

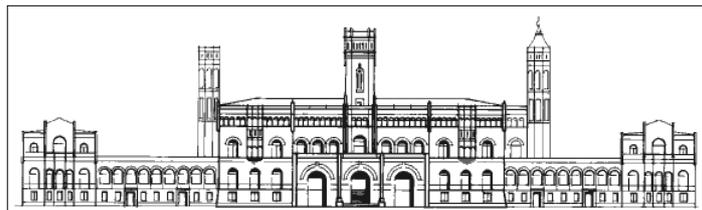
Bachelorstudiengang Physik  
Bachelorstudiengang Meteorologie

Masterstudiengang Physik  
*Masterstudiengang Technische Physik (auslaufend)*  
Masterstudiengang Meteorologie

# Modulkatalog

Sommersemester 2015

Fakultät für Mathematik und Physik  
der Universität Hannover



**Kontakt**

Studiendekanat  
der Fakultät für Mathematik und Physik  
Welfengarten 1  
30167 Hannover  
Tel.: 0511/ 762-4466  
studiensekretariat@maphy.uni-hannover.de

**Studiendekan**

Prof. Dr. Roger Bielawski  
Welfengarten 1  
30167 Hannover  
studiendekan@maphy.uni-hannover.de

**Studiengangskoordination**

Axel Köhler  
Welfengarten 1  
30167 Hannover  
Tel.: 0511/ 762-5450  
sgk@maphy.uni-hannover.de

## Vorbemerkung

Der Modulkatalog Physik, technische Physik und Meteorologie besteht aus zwei Teilen, den Modulbeschreibungen und dem Anhang mit den Vorlesungsbeschreibungen (Lehrveranstaltungskatalog). Da in den Wahlmodulen verschiedene Vorlesungen gewählt werden können, werden diese im Anhang ausführlicher beschrieben. So sind in solchen Fällen die Angaben zu den Inhalten und der Häufigkeit des Angebots bei den Vorlesungen und nicht bei den Modulen zu finden.

Bitte beachten Sie, dass es sich hier um eine Zusammenstellung der Vorlesungen handelt, die regelmäßig angeboten werden. Insbesondere können weitere Vorlesungen im Vorlesungsverzeichnis den Wahlmodulen zugeordnet werden.

Der Modulkatalog sollte auch als Ergänzung zur Prüfungsordnung verstanden werden. Die aktuelle Version unserer Prüfungsordnung finden Sie jeweils unter:

Physik / Techn. Physik :

<http://www.uni-hannover.de/de/studium/studiengaenge/physik/ordnungen/index.php>

Meteorologie :

<http://www.uni-hannover.de/de/studium/studiengaenge/meteorologie/ordnungen/index.php>

## Inhaltsverzeichnis

### Teil I: Modulbeschreibung

<b>Bachelor Physik -- Kernmodule</b> .....	<b>5</b>
<b>Bachelor Physik – Vertiefungsbereich</b> .....	<b>20</b>
<b>Bachelor Physik -- Wahlbereich</b> .....	<b>24</b>
<b>Bachelor Meteorologie – Kernmodule</b> .....	<b>26</b>
<b>Bachelor Meteorologie – Wahlbereich</b> .....	<b>39</b>
<b>Bachelor Meteorologie – Naturwissenschaftlich-technischer Wahlbereich</b> .....	<b>40</b>
<b>Bachelor Meteorologie – Schlüsselkompetenzen</b> .....	<b>41</b>
<b>Master Physik/Technische Physik – Fortgeschrittene Vertiefungsphase</b> .....	<b>42</b>
<b>Master Physik/Technische Physik - Schwerpunktsphase</b> .....	<b>47</b>
<b>Master Meteorologie – Fortgeschrittene Meteorologie</b> .....	<b>53</b>
<b>Master Meteorologie – Wahlbereich</b> .....	<b>56</b>
<b>Abschlussarbeiten und Forschungsphase</b> .....	<b>59</b>

### Teil II: Lehrveranstaltungen

<b>Lehrveranstaltungskatalog</b> .....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
--	------------------------------------

## Bachelor Physik -- Kernmodule

Analysis I + II		0211
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Analysis und Institut für Differentialgeometrie	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Analysis I Übung zu Analysis I Vorlesung Analysis II Übung zu Analysis II	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> jeweils die Übung zu Analysis I und zu Analysis II <b>Prüfungsleistung:</b> eine der Klausuren zu Analysis I oder zu Analysis II	
<b>Notenzusammensetzung</b>	geht nicht in die Bachelornote ein	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 20	<b>Präsenzstudium (h):</b> 180	<b>Selbststudium (h):</b> 420
<b>Kompetenzziele:</b> Kompetenz im Umgang mit mathematischer Sprache. Grundlegendes Verständnis für die korrekte Lösung mathematisch-naturwissenschaftlicher Aufgaben in höherdimensionalen Räumen mit Hilfe von Konvergenzbetrachtungen, Differentiation und Integration. Sichere Beherrschung der entsprechenden Methoden und der mathematischen Beweistechniken. Aufgrund der Übung sind die Studierenden vertraut mit mathematisch exakten Formulierungen und Schlussweisen in einfachen Kontexten und fähig diese vorzutragen.		
<b>Inhalte:</b> <b>Analysis I:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zahlbereiche, systematische Einführung reeller Zahlen;</li> <li>• Folgen und Reihen;</li> <li>• Konvergenz und Stetigkeit;</li> <li>• Differentialrechnung für Funktionen in einer Variablen;</li> <li>• Integralrechnung für Funktionen in einer Variablen.</li> </ul>	<b>Analysis II:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Topologische Grundbegriffe wie metrische und normierte Räume, Konvergenz, Stetigkeit, Vollständigkeit, Kompaktheit;</li> <li>• Differentiation von Funktionen in mehreren Variablen, totale und partielle Differenzierbarkeit, Satz über Umkehrfunktionen und implizite Funktionen, lokale Extrema mit und ohne Nebenbedingungen; Vektorfelder und Potentiale;</li> <li>• gewöhnliche Differentialgleichungen, Existenz, Eindeutigkeit, elementare Lösungsmethoden.</li> </ul>	
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 H. Amann &amp; J. Escher: <i>Analysis I</i>, Birkhäuser Verlag, 2002</li> <li>📖 O. Forster: <i>Analysis 1</i>, Vieweg+Teubner 2008</li> <li>📖 H. Amann &amp; J. Escher: <i>Analysis II</i>, Birkhäuser Verlag, 1999</li> <li>📖 O. Forster: <i>Analysis 2</i>, Vieweg+Teubner, 2006</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Schulkenntnisse in Mathematik (gymnasiale Oberstufe)		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> </ul>		

<b>Lineare Algebra I</b>		<b>0111</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Algebra, Zahlentheorie und Diskrete Mathematik und Institut für Algebraische Geometrie	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Lineare Algebra I Übung zu Lineare Algebra I	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben <b>Prüfungsleistung:</b> Klausur	
<b>Notenzusammensetzung</b>	geht nicht in die Bachelornote ein	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 10	<b>Präsenzstudium (h):</b> 90	<b>Selbststudium (h):</b> 210
<b>Kompetenzziele:</b> Grundlegendes Verständnis für mathematische Denkweisen und ihre Anwendung auf verschiedene Probleme. Sicherer Umgang mit linearen Gleichungssystemen und den zugehörigen Lösungsmethoden und fundierte Kenntnisse der zugrunde liegenden algebraischen Strukturen. Ausdrucksfähigkeit in der Darstellung mathematischer Argumentationen und Kenntnis der dazu geeigneten Methoden.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Eigenschaften von Vektorräumen (Basis und Dimension);</li> <li>• lineare Abbildungen und Matrizen;</li> <li>• Determinanten;</li> <li>• lineare Gleichungssysteme mit Lösungsverfahren (Gauß-Algorithmus);</li> <li>• Eigenwerte und Eigenvektoren;</li> <li>• Diagonalisierung.</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  G. Fischer, <i>Lineare Algebra</i> , Vieweg		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Schulkenntnisse in Mathematik (gymnasiale Oberstufe)		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> </ul>		

<b>Mathematik für Physiker</b>		<b>0050</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Analysis und Institut für Differentialgeometrie	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Mathematik für Physiker I Übung zu Mathematik für Physiker I Vorlesung Mathematik für Physiker II Übung zu Mathematik für Physiker II	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben zu beiden Übungen <b>Prüfungsleistung:</b> Mündliche Prüfung zur Mathematikausbildung der ersten 4 Semester (Analysis I+II, Lineare Algebra und Mathematik für Physiker)	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der mündlichen Prüfung	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 8 <b>Gewicht:</b> 2	<b>Präsenzstudium (h):</b> 90	<b>Selbststudium (h):</b> 150
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden haben ein vertieftes Verständnis für analytische Methoden insbesondere der Integrations- und Funktionentheorie. Sie haben die Fähigkeit selbstständig schwierige mathematische Argumentationen zu erarbeiten und eigenständig in der Übungsgruppe zu präsentieren. Die Studierenden haben die mathematische Struktur wichtiger Differentialgleichungen der Physik durchschaut und können geeignete Lösungsstrategien anwenden.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebesguesche Funktionenräume und Konvergenzsätze</li> <li>• Differentialformen und Integralsätze</li> <li>• Fourieranalysis</li> <li>• Lineare partielle Differentialgleichungen</li> <li>• Elemente der Funktionentheorie</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> wird in der Vorlesung angegeben		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Modul Analysis I + II		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Naturwissenschaftlich- technischer Wahlbereich)</li> </ul>		

<b>Mechanik und Relativität</b>		<b>1011</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institute der Experimentalphysik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Mechanik und Relativität Übung zu Mechanik und Relativität	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben	
<b>Notenzusammensetzung</b>	-	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 6	<b>Präsenzstudium (h):</b> 90	<b>Selbststudium (h):</b> 90
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden haben eine anschauliche Vorstellung physikalischer Phänomene der Mechanik und Relativität gewonnen. Sie kennen die einschlägigen Gesetzmäßigkeiten und können diese mit Schlüsselexperimenten begründen. Die Studierenden sind mit der Bearbeitung von Beispielaufgaben der Mechanik und Relativität vertraut und können Aufgaben mit angemessenem Schwierigkeitsgrad eigenständig lösen.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanik eines Massepunktes, Systeme von Massepunkten und Stöße</li> <li>• Dynamik starrer ausgedehnter Körper</li> <li>• Reale und flüssige Körper, Strömende Flüssigkeiten und Gase</li> <li>• Temperatur, Ideales Gas, Wärmetransport</li> <li>• Mechanische Schwingungen und Wellen</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Demtröder, <i>Experimentalphysik 1, Mechanik und Wärme</i>, Springer Verlag</li> <li>📖 Gerthsen, <i>Physik</i>, Springer Verlag</li> <li>📖 Tipler, <i>Physik</i>, Spektrum Akademischer Verlag</li> <li>📖 Feynman, <i>Lectures on Physics</i>, Band 1; Addison-Wesley Verlag</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Schulkenntnisse in Mathematik und Physik (gymnasiale Oberstufe)		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Kernmodul)</li> </ul>		

<b>Elektrizität</b>		<b>1012</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institute der Experimentalphysik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Elektrizität Übung zu Elektrizität Grundpraktikum I: Mechanik und Elektrizität	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben und Laborübungen	
<b>Notenzusammensetzung</b>	-	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 12	<b>Präsenzstudium (h):</b> 150	<b>Selbststudium (h):</b> 210
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden verfügen über fundiertes Faktenwissen auf dem Gebiet der Elektrizitätslehre. Sie sind in der Lage die einschlägigen Gesetzmäßigkeiten herzuleiten und können diese mit Schlüsselexperimenten begründen. Die Studierenden können Aufgaben mit angemessenem Schwierigkeitsgrad eigenständig lösen. Die Studierenden sind mit den Grundprinzipien des Experimentierens vertraut. Sie kennen die Funktion und Genauigkeit verschiedener Messgeräte und sind mit computergestützter Datenerfassung vertraut. Sie sind in der Lage Messergebnisse in tabellarischer und graphischer Form übersichtlich darzustellen.		
<b>Inhalte:</b> <b>Vorlesung und Übung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrostatik, Elektrischer</li> <li>• Strom, Statische Magnetfelder</li> <li>• Zeitlich veränderliche Felder</li> <li>• Maxwellsche Gleichungen</li> <li>• Elektromagnetische Wellen</li> </ul>		<b>Grundpraktikum I: Mechanik und Elektrizität</b> Praktikumsexperimente: Auswahl aus: Schwingungen, Gekoppelte Pendel, Kreisel, Ultraschall, Akustik, Maxwellrad, Temperatur, Viskosität, Spezifische Wärme, Wasserdämpfe, Widerstand, Schwingkreise, Transistor, Operationsverstärker, Kippschaltung, Rückkopplung, Membranmodell, Galvanometer, Leuchtstofflampe, Oszilloskop, Magnetfeld, Brennstoffzelle
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Demtröder, <i>Experimentalphysik 2, Elektrizität und Optik</i>, Springer Verlag</li> <li>📖 Gerthsen, <i>Physik</i>, Springer Verlag</li> <li>📖 Tipler, <i>Physik</i>, Spektrum Akademischer Verlag</li> <li>📖 Feynman, <i>Lectures on Physics</i>, Band 2; Addison-Wesley Verlag</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Vorlesungen Mechanik und Relativität und Mathematische Methoden der Physik		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Kernmodul)</li> </ul>		

<b>Optik, Atomphysik, Quantenphänomene</b>		<b>1013</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institute der Experimentalphysik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Optik, Atomphysik, Quantenphänomene Übung zu Optik, Atomphysik, Quantenphänomene Grundpraktikum II: Optik und Atomphysik	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben und Laborübungen	
<b>Notenzusammensetzung</b>	-	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 10	<b>Präsenzstudium (h):</b> 120	<b>Selbststudium (h):</b> 180
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden kennen die fundamentalen experimentellen Befunde und verstehen die zugrunde liegenden physikalischen Gesetzmäßigkeiten der Optik und Atomphysik. Die Studierenden sind in der Lage diese Gesetzmäßigkeiten eigenständig auf physikalische Problemstellungen anzuwenden. Die Studierenden kennen die Funktion und Genauigkeit verschiedener Messgeräte und sind mit der Anpassung von Funktionen an Messdaten vertraut. Sie können angemessene Fehlerabschätzungen ausführen und beherrschen die Fehlerfortpflanzung.		
<b>Inhalte:</b>		
<b>Optik, Atomphysik, Quantenphänomene</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometrische Optik</li> <li>• Welleneigenschaften des Lichts: Interferenz, Beugung, Polarisation, Doppelbrechung</li> <li>• Optik, optische Instrumente</li> <li>• Materiewellen, Welle-Teilchen-Dualismus</li> <li>• Aufbau von Atomen</li> <li>• Energiezustände, Drehimpuls, magnetisches Moment</li> <li>• Mehrelektronensysteme, Pauli-Prinzip</li> <li>• Spektroskopie, spontane und stimulierte Emission</li> </ul>	<b>Grundpraktikum II: Optik und Atomphysik</b> mögliche Praktikumsexperimente: Linsen, Interferometer, Beugung, Mikroskop, Prisma, Gitter, Fotoeffekt, Spektralapparat, Polarisation	
<b>Grundlegende Literatur:</b>		
📖 Demtröder <i>Experimentalphysik 2 und 3</i> , Springer Verlag 📖 Berkeley Physikkurs 📖 Bergmann/Schäfer 📖 Haken, Wolf, <i>Atom- und Quantenphysik</i> , Springer Verlag		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Module Mechanik und Relativität und Elektrizität		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Kernmodul)</li> </ul>		

<b>Moleküle, Kerne, Teilchen, Festkörper</b>		<b>1014</b>		
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester			
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institute der Experimentalphysik			
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Moleküle, Kerne, Teilchen, Festkörper Übung zu Moleküle, Kerne, Teilchen, Festkörper Grundpraktikum III: Thermodynamik			
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben und Laborübungen			
<b>Notenzusammensetzung</b>	-			
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 10	<b>Präsenzstudium (h):</b> 120	<b>Selbststudium (h):</b> 180		
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden kennen die fundamentalen experimentellen Befunde und Gesetzmäßigkeiten der Struktur der Materie von Elementarteilchen bis zur Festkörperphysik. Sie verstehen die Bezüge zu den grundlegenden Gesetzmäßigkeiten der Mechanik, Elektrodynamik und Quantenmechanik. Die Studierenden sind in der Lage diese Gesetzmäßigkeiten eigenständig auf physikalische Problemstellungen anzuwenden. Die Studierenden beherrschen die Bedienung der üblichen Messgeräte. Sie sind in der Lage Messergebnisse sauber und vollständig zu protokollieren und diese kritisch zu hinterfragen.				
<b>Inhalte:</b> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <b>Moleküle, Kerne, Teilchen, Festkörper</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moleküle: Chemische Bindung, Molekülspektroskopie</li> <li>• Aufbau der Materie</li> <li>• Kerne und Elementarteilchen</li> <li>• Radioaktivität und kernphysikalische Messmethoden</li> <li>• Grundlagen der Wärmetatistik</li> <li>• Hauptsätze der Thermodynamik</li> </ul> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <b>Grundpraktikum III: Thermodynamik</b>                      mögliche Praktikumsexperimente: Pyrometer, Temperaturstrahlung, Stirlingmotor, Kritischer Punkt                 </td> </tr> </table>			<b>Moleküle, Kerne, Teilchen, Festkörper</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moleküle: Chemische Bindung, Molekülspektroskopie</li> <li>• Aufbau der Materie</li> <li>• Kerne und Elementarteilchen</li> <li>• Radioaktivität und kernphysikalische Messmethoden</li> <li>• Grundlagen der Wärmetatistik</li> <li>• Hauptsätze der Thermodynamik</li> </ul>	<b>Grundpraktikum III: Thermodynamik</b> mögliche Praktikumsexperimente: Pyrometer, Temperaturstrahlung, Stirlingmotor, Kritischer Punkt
<b>Moleküle, Kerne, Teilchen, Festkörper</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moleküle: Chemische Bindung, Molekülspektroskopie</li> <li>• Aufbau der Materie</li> <li>• Kerne und Elementarteilchen</li> <li>• Radioaktivität und kernphysikalische Messmethoden</li> <li>• Grundlagen der Wärmetatistik</li> <li>• Hauptsätze der Thermodynamik</li> </ul>	<b>Grundpraktikum III: Thermodynamik</b> mögliche Praktikumsexperimente: Pyrometer, Temperaturstrahlung, Stirlingmotor, Kritischer Punkt			
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Demtröder <i>Experimentalphysik 2 und 3</i>, Springer Verlag</li> <li> Berkeley Physikkurs</li> <li> Bergmann/Schäfer</li> <li> Haken, Wolf, <i>Atom- und Quantenphysik</i> sowie <i>Molekülphysik und Quantenchemie</i>, Springer Verlag</li> </ul>				
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Module Mechanik und Relativität, Elektrizität, und Optik, Atomphysik, Quantenphänomene				
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine				
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Naturwissenschaftlich- technischer Wahlbereich)</li> </ul>				

<b>Modulübergreifende Prüfung Experimentalphysik</b>		<b>1001</b>
<b>Semesterlage</b>	Winter- und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institute der Experimentalphysik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	mündliche Prüfung	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Prüfungsleistung:</b> mündliche Prüfung	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der mündlichen Prüfung	
<b>Gewicht:</b>	2 (Physik) 28 (Meteorologie)	
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden haben einen Überblick über die grundlegenden Bereiche der Experimentalphysik. Sie haben Parallelen und Querverbindungen der einzelnen Bereiche erkannt und können diese in einer wissenschaftlichen Diskussion darstellen. Die Studierenden haben eine Vorstellung von der Physik als ganzes und ihren unterschiedlichen Ausprägungen auf verschiedenen Längen- und Energieskalen. Sie beherrschen den selbstständigen Wissenserwerb aus zum Teil englischen Fachbüchern.		
<b>Inhalte:</b> <b>Physik:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanik und Relativität</li> <li>• Elektrizität</li> <li>• Optik, Atomphysik und Quantenphänomene</li> <li>• Moleküle, Kerne, Teilchen und Festkörper</li> </ul>		<b>Meteorologie:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanik und Relativität</li> <li>• Elektrizität</li> <li>• Optik, Atomphysik und Quantenphänomene</li> </ul>
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b>		
<b>Physik:</b> Drei der Module Mechanik und Relativität, Elektrizität, Optik, Atomphysik und Quantenphänomene und Moleküle, Kerne, Teilchen, Festkörper		<b>Meteorologie:</b> Zwei der Module Mechanik und Relativität, Elektrizität und Optik, Atomphysik und Quantenphänomene.
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Kernmodul)</li> </ul>		

<b>Mathematische Methoden der Physik/ Theoretische Elektrodynamik</b>		<b>1111</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Theoretische Physik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Mathematische Methoden der Physik Übung zu Mathematische Methoden der Physik Vorlesung Theoretische Elektrodynamik Übung zu Theoretische Elektrodynamik	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> jeweils die Übung zu Mathematische Methoden der Physik und zu Theoretische Elektrodynamik <b>Prüfungsleistung:</b> eine der Klausuren zu Mathematische Methoden der Physik und zu Theoretische Elektrodynamik	
<b>Notenzusammensetzung</b>	geht nicht in die Bachelornote ein	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 14	<b>Präsenzstudium (h):</b> 150	<b>Selbststudium (h):</b> 270
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden kennen die mathematischen Größen zur Beschreibung physikalischer Theorien. Sie sind in der Lage einfache physikalische Problemstellungen mathematisch zu formulieren und zu lösen. Die Studierenden haben die logische Struktur der Elektrodynamik verstanden und kennen die mathematische Formulierung der Gesetzmäßigkeiten. Sie kennen prominente Phänomene der Elektrodynamik und können diese aus den Grundgleichungen herleiten. Die Studierenden sind in der Lage analytische Lösungswege für Probleme der Elektrodynamik zu finden sowie geeignete mathematische und physikalische Näherungen bei der Lösung ausgewählter Problemstellungen zu machen.		
<b>Inhalte:</b>		
<b>Mathematische Methoden der Physik:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschleunigte Koordinatensysteme: Scheinkräfte, Kinematik des starren Körpers</li> <li>• Vektoren: Skalar- und Kreuzprodukt, Index-Schreibweise, Determinanten</li> <li>• Raumkurven: Differenzieren, Kettenregel, Gradient, Frenet-Formeln</li> <li>• gewöhnliche Differentialgleichungen: Lösungsverfahren</li> <li>• Newtonsche Mechanik eines Massenpunkts, Systeme von Massenpunkten</li> <li>• Tensoren: Matrizen, Drehungen, Hauptachsentransformation, Trägheitstensor</li> <li>• harmonische Schwingungen: Normalkoordinaten, Resonanz</li> <li>• Funktionen: Umkehrfunktion, Potenzreihen, Taylorreihe, komplexe Zahlen</li> <li>• Integration: ein- und mehrdimensional, Kurven- und Oberflächenintegrale</li> <li>• eindimensionale Bewegung: Lösung mit Energiesatz</li> <li>• krummlinige Koordinaten: Integrationsmaß, Substitution, Delta-Distribution</li> </ul>	<b>Theoretische Elektrodynamik:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektorfelder: Vektoranalysis, Integralsätze, Laplace-Operator</li> <li>• Maxwell-Gleichungen: integrale Form, Anfangs- und Randwerte, Grenzflächen</li> <li>• Potentiale, Eichfreiheit, Vakuum-Lösung, Lösung mit Quellen, Retardierung</li> <li>• lineare partielle Differentialgleichungen: Separation, Greensche Funktion</li> <li>• Fourier-Analyse: Funktionenräume, Fourier-Reihen, Fourier-Transformation</li> <li>• Elektrostatik: Randwertprobleme, Potentialtheorie, Multipol-Entwicklung</li> <li>• Magnetostatik: fadenförmige Stromverteilungen, Feldenergie</li> <li>• bewegte Punktladungen, Lienard-Wiechert-Potentiale</li> <li>• elektromagnetische Wellen: im Vakuum, Einfluß der Quellen, Abstrahlung</li> </ul>	
<b>Grundlegende Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Feynman, <i>Lectures on Physics</i>, Band 1+2, Addison-Wesley Verlag</li> <li>📖 Großmann, <i>Mathematischer Einführungskurs für die Physik</i>, Teubner 2000</li> <li>📖 Landau-Lifschitz, <i>Lehrbuch der Theoretischen Physik</i>, Band II, Harri</li> <li>📖 J.D. Jackson, <i>Klassische Elektrodynamik</i>, Gruyter, Walter de GmbH</li> <li>📖 Römer &amp; Forger, <i>Elementare Feldtheorie</i>, Wiley</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schulkenntnisse in Mathematik und Physik (gymnasiale Oberstufe)</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Kernmodul)</li> </ul>		

<b>Analytische Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie</b>		<b>1112</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Theoretische Physik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Analytische Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie Übung zu Analytische Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben	
<b>Notenzusammensetzung</b>	-	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 8	<b>Präsenzstudium (h):</b> 90	<b>Selbststudium (h):</b> 150
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden haben die logische Struktur der klassischen Mechanik und der Speziellen Relativitätstheorie verstanden und kennen die mathematischen Formulierungen der Gesetzmäßigkeiten. Sie kennen prominente Beispiele der Gebiete und können diese aus den Grundgleichungen herleiten. Die Studierenden sind in der Lage analytische Lösungswege für ausgewählte Probleme zu finden sowie geeignete mathematische und physikalische Näherungen bei der Lösung zu machen.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagrange-Mechanik: Zwangsbedingungen, Multiplikatoren, Lorentz-Kraft</li> <li>• Variationsrechnung: Funktionalableitung, Extrema mit Nebenbedingungen</li> <li>• Wirkungsprinzip, Noether-Theorem, Erhaltungssätze</li> <li>• Dynamik des starren Körpers: Euler-Gleichungen, Kreisel, Präzession, Nutation</li> <li>• Hamiltonsche Mechanik: Legendre-Transformation, kanonische Gl., Erhaltungssätze</li> <li>• kanonische Transformationen: Phasenportrait, symplektische Struktur, Invarianten</li> <li>• kovariante Formulierung von Maxwell &amp; Lorentz, Lagrangedichte, Erhaltungssätze</li> <li>• spezielle Relativität: Kinematik, Dynamik von Massenpunkten, Vierer-Notation</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Honerkamp &amp; Römer, <i>Klassische Theoretische Physik</i>, Springer</li> <li>📖 Landau-Lifschitz, <i>Lehrbuch der Theoretischen Physik, Band I, Harri</i></li> <li>📖 H. Goldstein, Poole &amp; Saffko, <i>Classical Mechanics</i>, Wiley-VCH Verlag GmbH &amp; Co</li> <li>📖 L.N. Hand and J. D. Finch, <i>Analytical Mechanics</i>, Cambridge University Press</li> <li>📖 Römer + Forger, <i>Elementare Feldtheorie</i>, Wiley-VCH</li> <li>📖 Arnold, <i>Classical Mechanics</i>, Springer</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Methoden der Physik/ Theoretische Elektrodynamik</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Naturwissenschaftlich- technischer Wahlbereich)</li> </ul>		

<b>Modulübergreifende Prüfung Theoretische Physik I</b>		<b>1101</b>
<b>Semesterlage</b>	Winter- und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Theoretische Physik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	mündliche Prüfung	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Prüfungsleistung:</b> mündliche Prüfung	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der mündlichen Prüfung	
<b>Gewicht:</b> 1	<b>Präsenzstudium (h):</b> -	<b>Selbststudium (h):</b> -
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden haben einen fundierten Überblick über die Gebiete der klassischen Mechanik, der speziellen Relativitätstheorie und der Elektrodynamik. Sie verstehen die Gebiete als Teile eines zusammenhängenden Theoriegebäudes und können Parallele in der logischen Struktur der Gebiete aufzeigen. Sie beherrschen den selbstständigen Wissenserwerb aus zum Teil englischen Fachbüchern.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechenmethoden der Physik</li> <li>• Theoretische Elektrodynamik</li> <li>• Analytische Mechanik und spezielle Relativitätstheorie</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> Eines der Module Mathematische Methoden/ Theoretische Elektrodynamik oder Analytische Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> </ul>		

<b>Einführung in die Quantentheorie</b>		<b>1113</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Theoretische Physik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Einführung in die Quantentheorie Übung zu Einführung in die Quantentheorie	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben	
<b>Notenzusammensetzung</b>	-	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 8	<b>Präsenzstudium (h):</b> 90	<b>Selbststudium (h):</b> 150
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden beherrschen den mathematischen Apparat der Quantentheorie. Sie verstehen die physikalischen Konsequenzen der Quantentheorie und kennen den Zusammenhang zur klassischen Physik. Sie sind in der Lage den mathematischen Formalismus der Quantentheorie auf ausgewählte Probleme eigenständig anzuwenden. Sie sind mit störungstheoretischen Konzepten vertraut.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Photonen als einfache Quantensysteme, Bewegung von Teilchen, Schrödingergleichung</li> <li>• Hamilton-Formalismus: Postulate, Transformationen, Zeitentwicklungsbilder</li> <li>• Einfache Systeme: Oszillator, Potentialschwelle, Potentialtopf, periodisches Potential</li> <li>• Drehimpuls: Symmetrien, Drehimpulsalgebra, Darstellungen, Addition von Drehimpulsen, Spin</li> <li>• Zentralpotential: Separation der Schrödinger-Gleichung, Coulomb-Potential</li> <li>• Näherungsverfahren: zeitunabhängige und zeitabhängige Störungstheorie, Variationsverfahren, Semiklassik, Anwendungen</li> <li>• Mehrteilchensysteme: identische Teilchen, Fock-Raum, Hartree-Fock, Moleküle, Quantenfeld</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 F. Schwabl, <i>Quantenmechanik</i>, Springer</li> <li>📖 J.J. Sakurai, <i>Modern Quantum Mechanics</i>, Pearson</li> <li>📖 Peres, <i>Quantum Theory: Concepts and Methods</i>, Springer</li> <li>📖 L.D. Landau, E.M. Lifshitz, <i>Theoretische Physik</i>, Bd V+VI, Harri</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Mathematische Methoden/ Theoretische Elektrodynamik, Analytische Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Naturwissenschaftlich- technischer Wahlbereich)</li> </ul>		

<b>Statistische Physik</b>		<b>1114</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Theoretische Physik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Statistische Physik Übung zu Statistische Physik	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben	
<b>Notenzusammensetzung</b>	-	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 8	<b>Präsenzstudium (h):</b> 90	<b>Selbststudium (h):</b> 150
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden beherrschen die mathematische Beschreibung der Hauptsätze. Sie sind in der Lage die Konzepte der Statistischen Physik auf die Gebiete der klassischen Physik wie auch der Quantentheorie anzuwenden. Sie kennen prominente Beispiele und können diverse mathematisch behandeln.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Konzepte in der statistischen Mechanik: Wahrscheinlichkeitstheorie, statistische Ensembles, Elektrodynamik in Medien, Zustandssumme, Dichtematrix, Entropie</li> <li>• Ideale Gase: mehratomige Gase, Fermi-Gas, Bose-Gas, nichtwechselwirkende Spins, Quasiteilchen</li> <li>• Phänomenologische Theorie (Thermodynamik): Hauptsätze der Thermodynamik, Wärmemaschinen, irreversible Prozesse, thermodynamische Potentiale und Relationen</li> <li>• Wechselwirkende Systeme: Molekularfeldtheorie, Monte-Carlo Simulationen, Ising Modell, Perkolation, reale Gase, Phasenübergänge</li> <li>• Nichtgleichgewichts-Statistik: Fluktuationen, Brownsche Bewegung, kinetische Gleichungen, Transport</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 L.P. Kadanoff, <i>Statistical Physics: Statics, Dynamics and Renormalization</i>, World Scientific Pub Co</li> <li>📖 C. Kittel, H. Krömer, <i>Thermodynamik</i>, Oldenbourg</li> <li>📖 L.D. Landau, E.M. Lifshitz, <i>Theoretische Physik</i>, Bd V+VI, Harri</li> <li>📖 F. Schwabl, <i>Statistische Physik</i>, Springer</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Analytische Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie, Einführung in die Quantentheorie		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Naturwissenschaftlich- technischer Wahlbereich)</li> </ul>		

<b>Modulübergreifende Prüfung Theoretische Physik II</b>		<b>1102</b>
<b>Semesterlage</b>	Winter- und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Theoretische Physik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	mündliche Prüfung	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Prüfungsleistung:</b> mündliche Prüfung	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der mündlichen Prüfung	
<b>Gewicht:</b>	1	
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden haben einen Überblick über die Gebiete der Mechanik, Elektrodynamik, Quantenmechanik und Statistische Physik. Sie verstehen diese Gebiete als Teilgebiete eines umfassenden physikalischen Theoriengebäudes. Sie verstehen die Gemeinsamkeiten der Gebiete hinsichtlich der physikalischen Konzepte und mathematischen Methoden wie die Abgrenzungen der Gebiete auf unterschiedlichen Längen und Energieskalen. Sie beherrschen den selbstständigen Wissenserwerb aus zum Teil englischen Fachbüchern.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Quantentheorie</li> <li>• Statistische Physik</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> Eines der Module Einführung in die Quantentheorie oder Statistische Physik sowie die Modulübergreifende Prüfung Theoretische Physik I		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> </ul>		

<b>Physik präsentieren</b>		<b>1611</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institute der Physik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Proseminar	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Seminarleistung	
<b>Notenzusammensetzung</b>	-	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 3	<b>Präsenzstudium (h):</b> 30	<b>Selbststudium (h):</b> 60
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden sind in der Lage sich unter Anleitung in ein vorgegebenes Thema einzuarbeiten. Sie können eigenständig Literatur recherchieren und einen Vortrag strukturieren und halten. Sie kennen gängige Präsentations- und Visualisierungstechniken. Die Studierenden beherrschen die deutsche Fachsprache in freier Rede.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• physikalische Themen (Auswahl aus einem vom Dozenten vorgegeben Themenfeld)</li> <li>• Vorbereitung einer Präsentation</li> <li>• Erfolgsfaktoren einer verständlichen Präsentation</li> <li>• Visualisierungsmedien wirksam einsetzen</li> <li>• Umgang mit Lampenfieber</li> <li>• Wissenschaftliche Diskussion</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> Wird zum jeweiligen Thema benannt		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In Absprache mit den Dozenten</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Kernmodul)</li> </ul>		

## Bachelor Physik – Vertiefungsbereich

<b>Einführung in die Festkörperphysik</b>		<b>1211</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Festkörperphysik	
Lehrveranstaltungen (SWS)	Vorlesung Einführung in die Festkörperphysik Übung zu Einführung in die Festkörperphysik Praktikum zur Einführung in die Festkörperphysik	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungen und Laborübung	
<b>Notenzusammensetzung</b>	-	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 8	<b>Präsenzstudium (h):</b> 105	<b>Selbststudium (h):</b> 135
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte der Festkörperphysik und können diese eigenständig auf ausgewählte Probleme anwenden. Sie kennen fortgeschrittene experimentelle Methoden des Gebietes und können diese unter Anleitung anwenden.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kristalle und Kristallstrukturen</li> <li>• reziprokes Gitter</li> <li>• Kristallbindung</li> <li>• Gitterschwingungen, thermische Eigenschaften, Quantisierung, Zustandsdichte</li> <li>• Fermigas</li> <li>• Energiebänder</li> <li>• Halbleiter, Metalle, Fermiflächen</li> <li>• Anregungen in Festkörpern</li> <li>• experimentelle Methoden: Röntgenbeugung, Rastersonden- und Elektronenmikroskopie, Leitfähigkeit, Magnetowiderstand, Halleffekt, Quantenhalbleffekt</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Ashcroft and Mermin, <i>Solid State Physics</i>, Oldenbourg</li> <li>📖 C. Kittel, <i>Einführung in die Festkörperphysik</i>, Oldenbourg</li> <li>📖 K. Kopitzki, <i>Einführung in die Festkörperphysik</i>, Vieweg+Teubner</li> <li>📖 H. Ibach, H. Lüth, <i>Festkörperphysik</i>, Springer</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Module Mechanik und Relativität, Elektrizität, Optik, Atomphysik, Quantenphänomene und Moleküle, Kerne, Teilchen, Festkörper</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> Modulübergreifende Prüfung Experimentalphysik		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Vertiefungsmodul)</li> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Naturwissenschaftlich- technischer Wahlbereich)</li> </ul>		

<b>Atom- und Molekülphysik</b>		<b>1311</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Quantenoptik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Atom- und Molekülphysik Übung Atom- und Molekülphysik Praktikum Laborpraktikum Atom- und Molekülphysik	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungen und Laborübung	
<b>Notenzusammensetzung</b>	-	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 8	<b>Präsenzstudium (h):</b> 105	<b>Selbststudium (h):</b> 135
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte der Atom- und Molekülphysik und können diese eigenständig auf ausgewählte Probleme anwenden. Sie kennen fortgeschrittene experimentelle Methoden des Gebietes und können diese unter Anleitung anwenden.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zusammenfassung H-Atom</li> <li>• Atome in statischen elektrischen und magnetischen Feldern</li> <li>• Fein-/Hyperfeinstrukturen atomarer Zustände</li> <li>• Wechselwirkung mit dem EM Strahlungsfeld</li> <li>• Mehrelektronensysteme</li> <li>• Atomspektren/Spektroskopie</li> <li>• Vibration und Rotation von Molekülen</li> <li>• Elektronische Struktur von Molekülen</li> <li>• Dissoziation und Ionisation von Molekülen</li> <li>• Ausgewählte Experimente der modernen Atom- und Molekülphysik</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 T. Mayer-Kuckuck, <i>Atomphysik</i>, Teubner, 1994</li> <li>📖 B. Bransden, C. Joachain, <i>Physics of Atoms and Molecules</i>, Longman 1983</li> <li>📖 H. Haken, H. Wolf, <i>Atom- und Quantenphysik sowie Molekülphysik und Quantenchemie</i>, Springer</li> <li>📖 R. Loudon, <i>The Quantum Theory of Light</i>, OUP, 1973</li> <li>📖 W. Demtröder, <i>Molekülphysik</i>, Oldenbourg, 2003 ISBN: 3486249746</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Module Mechanik und Relativität, Elektrizität, Optik, Atomphysik, Quantenphänomene und Moleküle, Kerne, Teilchen, Festkörper</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> Modulübergreifende Prüfung Experimentalphysik		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Vertiefungsmodul)</li> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Naturwissenschaftlich- technischer Wahlbereich)</li> </ul>		

<b>Kohärente Optik</b>		<b>1312</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Quantenoptik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Kohärente Optik Übung zu Kohärente Optik Laborpraktikum Kohärente Optik	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungen und Laborübung	
<b>Notenzusammensetzung</b>	-	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 8	<b>Präsenzstudium (h):</b> 105	<b>Selbststudium (h):</b> 135
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte der Kohärenten Optik und können diese eigenständig auf ausgewählte Probleme anwenden. Sie kennen fortgeschrittene experimentelle Methoden des Gebietes und können diese unter Anleitung anwenden.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maxwellgleichungen und EM Wellen</li> <li>• Wellenoptik, Matrixoptik (ABCD, Jones, Müller, Streu, Transfer...)</li> <li>• Beugungstheorie, Fourieroptik</li> <li>• Resonatoren, Moden</li> <li>• Licht-Materie-Wechselwirkung (klassisch / halbklassisch, Bloch-Modell)</li> <li>• Ratengleichungen, Laserdynamik</li> <li>• Lasertypen, Laserkomponenten, Laseranwendungen</li> <li>• Modengekoppelte Laser</li> <li>• Einmodenlaser</li> <li>• Laserrauschen/-stabilisierung</li> <li>• Laserinterferometrie</li> <li>• Modulationsfelder und Homodyndetektion</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Meschede, <i>Optik, Licht und Laser</i>, Teubner Verlag</li> <li>📖 Menzel, <i>Photonik</i>, Springer</li> <li>📖 Born/Wolf, <i>Principles of Optics</i>, Pergamon Press</li> <li>📖 Kneubühl/Sigrist, <i>Laser</i>, Teubner</li> <li>📖 Reider, <i>Photonik</i>, Springer</li> <li>📖 Yariv, Hecht, Siegmann</li> <li>📖 Originalliteratur</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Module Mechanik und Relativität, Elektrizität, Optik, Atomphysik, Quantenphänomene und Moleküle, Kerne, Teilchen, Festkörper</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Vertiefungsmodul)</li> </ul>		

<b>Modulübergreifende Prüfung Vertiefungsbereich</b>		<b>1002</b>
<b>Semesterlage</b>	Winter- und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institute der Physik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	mündliche Prüfung	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Prüfungsleistung:</b> mündliche Prüfung	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der mündlichen Prüfung	
<b>Gewicht:</b>	1	
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte zweier fortgeschrittener Gebiete der Physik. Sie kennen die Beziehungen der Gebiete zueinander und sind in der Lage Auswirkungen neuer Erkenntnisse eines Gebietes auf das jeweils andere aufzuzeigen.		
<b>Inhalte:</b> Zwei der Module: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Festkörperphysik</li> <li>• Atom und Molekülphysik</li> <li>• Kohärente Optik</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Vertiefungsmodul)</li> </ul>		

## Bachelor Physik -- Wahlbereich

<b>Moderne Aspekte der Physik</b>		<b>1601</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institute der Physik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Auswahl von Lehrveranstaltungen im Umfang von mind. 12 LP gemäß Vorlesungsverzeichnis bzw. nach Lehrveranstaltungs-katalog (s.u.)	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> gemäß §6 der Prüfungsordnung <b>Prüfungsleistung:</b> mündliche Prüfung	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der mündlichen Prüfung	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 12 <b>Gewicht:</b> 1	<b>Präsenzstudium (h):</b> 240	<b>Selbststudium (h):</b> 240
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse in ausgewählten Spezialgebieten der Physik. Sie sind in der Lage neu erworbenes Wissen in das logische Gedankengebäude der Physik einzuordnen. Die Studierenden sind in der Lage englischsprachige Fachliteratur zu verstehen.		
<b>Inhalte:</b> Weiterführende Veranstaltungen der Physik nach Wahl der Studierenden. Die Prüfungsleistung erstreckt sich über Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 4 LP nach Wahl der Studierenden.		
<b>Grundlegende Literatur:</b> Wird in den Veranstaltungen bekannt gegeben.		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Grundvorlesungen der Physik		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bachelorstudiengang Physik (physikalische Wahlmodul)</li> </ul>		

<b>Schlüsselkompetenzen</b>		????
<b>Semesterlage</b>	Winter- und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche</b>	Studiendekanat	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Lehrveranstaltungen aus dem Angebot des Fachsprachenzentrums oder des Zentrums für Schlüsselkompetenzen und entsprechend ausgewiesenen Angeboten der Fakultäten sowie Computerkurse aus dem Angebot des Rechenzentrums.	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> gemäß §6 der Prüfungsordnung	
<b>Notenzusammensetzung</b>		
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 2-4	<b>Präsenz- und Selbststudium (h):</b>	60-120
<b>Kompetenzziele:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sie erlernen und beherrschen exemplarische Schlüsselkompetenzen auf dem Gebiet der gewählten Lehrveranstaltung</li> </ul>		
<b>Inhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhalte in Abhängigkeit von der gewählten Lehrveranstaltung</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wird in der Lehrveranstaltung angegeben</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bachelorstudiengang Physik</li> </ul>		

## Bachelor Meteorologie – Kernmodule

Die Modulbeschreibung für die Kernmodule „Mechanik und Relativität“, „Elektrizität“, „Optik, Atomphysik, Quantenphänomene“, „Modulübergreifende Prüfung Experimentalphysik“ und „Mathematische Methoden der Physik/ Theoretische Elektrodynamik“ befinden sich in dem Abschnitt **Bachelor Physik – Kernmodule** (Ab Seite 4).

<b>Lineare Algebra</b>		<b>2550</b>
<b>Semesterlage</b>	Winter- und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Algebra, Zahlentheorie und Diskrete Mathematik und Institut für Algebraische Geometrie	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Lineare Algebra A Übung zu Lineare Algebra A Vorlesung Lineare Algebra B Übung zu Lineare Algebra B	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben zu Lineare Algebra A und B <b>Prüfungsleistung:</b> Jeweils eine Klausur zu Lineare Algebra A und B	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Die Note der bessere der beiden Klausuren bestimmt die Gesamtnote des Moduls.	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b>	8	<b>Präsenzstudium (h):</b> 90 <b>Selbststudium (h):</b> 150
<b>Gewicht:</b>	4	
<b>Kompetenzziele:</b> Grundlegendes Verständnis für mathematische Denkweisen und ihre Anwendung auf verschiedenartige Probleme. Sicherer Umgang mit linearen Gleichungssystemen und den zugehörigen Lösungsmethoden und Kenntnisse der zugrunde liegenden linearen Strukturen. Ausdrucksfähigkeit in der Darstellung mathematischer Argumentationen, Kenntnis der dazu geeigneter Methoden. Fähigkeit, das theoretische Wissen anhand Aufgaben umzusetzen.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Eigenschaften von Vektorräumen (Basis und Dimension);</li> <li>• lineare Abbildungen und Matrizen;</li> <li>• lineare Gleichungssysteme mit Lösungsverfahren (Gauß-Algorithmus);</li> <li>• Determinanten, Diagonalisierbarkeit;</li> <li>• Euklidische Räume, Quadriken.</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  G. Fischer: <i>Lineare Algebra</i>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Kernmodul)</li> </ul>		

<b>Analysis</b>		<b>2551</b>
<b>Semesterlage</b>	Winter- und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Analysis	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung „Analysis A“ Übung zu „Analysis A“ Vorlesung „Analysis B“ Übung zu „Analysis B“	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben zu Analysis A und B <b>Prüfungsleistung:</b> Jeweils eine Klausur zu Analysis A und B	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Die Note der bessere der beiden Klausuren bestimmt die Gesamtnote des Moduls.	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 10 <b>Gewicht:</b> 5	<b>Präsenzstudium (h):</b> 120	<b>Selbststudium (h):</b> 180
<b>Kompetenzziele:</b> Kompetenz im Umgang mit mathematischer Sprache. Grundlegendes Verständnis für korrekte Lösung mathematisch-naturwissenschaftlicher Aufgaben mit Hilfe von Konvergenzbetrachtungen, Differentiation und Integration. Befähigung zur Lösung (einiger) gewöhnlicher Differentialgleichungen. Fähigkeiten in selbständiger Anwendung entsprechender Methoden und verschiedener Beweistechniken. Teamfähigkeit durch Bearbeitung von Aufgaben in Gruppen und deren Besprechung in der Übung.		
<b>Inhalte:</b> Analysis A: Folgen und Reihen. Konvergenz und Stetigkeit. Differential- und Integralrechnung reeller Funktionen. Analysis B: Differentialrechnung im $\mathbb{R}^n$ , Extremwertaufgaben; einfache Differentialgleichungen.		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> H. Amann &amp; J. Escher: <i>Analysis I und II</i>, Birkhäuser Verlag, 2002</li> <li> O. Forster: <i>Analysis 1 und 2</i>, Vieweg+Teubner</li> <li> K. Meyberg &amp; P. Vachenauer: <i>Höhere Mathematik 1</i>, Springer-Verlag 2001</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Kernmodul)</li> </ul>		

<b>Angewandte Mathematik</b>		<b>2552</b>
<b>Semesterlage</b>	Winter- und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Mathematische Stochastik, Institut für Angewandte Mathematik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung „Numerische Mathematik A“ Übung zu „Numerische Mathematik A“ Vorlesung „Stochastik“ Übungen zu Stochastik A	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben zu Numerische Mathematik A und Stochastik A <b>Prüfungsleistung:</b> Jeweils eine Klausur zu Numerische Mathematik A und Stochastik A	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der 2 Klausuren (zu je gleichem Gewicht)	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b>	8	<b>Präsenzstudium (h):</b> 90 <b>Selbststudium (h):</b> 150
<b>Gewicht:</b>	8	
<b>Kompetenzziele:</b> Kenntnis numerischer Methoden zur näherungsweise Lösung einfacher mathematischer Problemstellungen. Einschätzung der Eignung verschiedener Methoden je nach Gegebenheit und der Grenzen der Anwendbarkeit numerischer Methoden. Sicherer Umgang mit stochastischen Methoden und statistischen Fragestellungen. Wissen über Grundlagen der Kombinatorik, Wahrscheinlichkeitstheorie und statistische Methoden. Verständnis der Modelle, Beherrschung elementarer stochastischer Denkweisen. Fähigkeit zur mathematischen Beschreibung und Analyse einfacher zufallsabhängiger Problemstellungen und zum Lösen einfacher Aufgaben mit Präsentation in der Übung.		
<b>Inhalte:</b> Numerische Mathematik A: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpolation von Funktionen durch Polynome und Splines</li> <li>• Quadraturformeln zur numerischen Integration,</li> <li>• direkte Verfahren für lineare Gleichungssysteme</li> <li>• iterative Verfahren für lineare Gleichungssysteme</li> <li>• Newton-Verfahren für nichtlineare Gleichungssysteme</li> <li>• Kondition mathematischer Problemstellungen und Stabilität numerischer Algorithmen</li> </ul> Stochastik A: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahrscheinlichkeitsräume</li> <li>• Laplace-Experimente</li> <li>• bedingte Wahrscheinlichkeiten und Unabhängigkeit,</li> <li>• Zufallsgrößen und ihre Verteilungen,</li> <li>• Zentrale Grenzwertsatz</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> 📖 Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: <i>Numerische Mathematik I und II. Springer-Verlag.</i> 📖 Georgii, H.: <i>Stochastik, de Gruyter</i>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Kernmodul)</li> </ul>		

<b>Angewandtes Programmieren</b>		<b>2553</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Meteorologie und Klimatologie	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Angewandtes Programmieren Übung zu Angewandtes Programmieren	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistungen:</b> Übungsaufgaben	
<b>Notenzusammensetzung</b>	-	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 4	<b>Präsenzstudium (h):</b> 45	<b>Selbststudium (h):</b>
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden beherrschen die Grundlagen des Programmierens in einer höheren Programmiersprache und können diese bei der Entwicklung eigener Programme zum Lösen einfacher Probleme selber anwenden (Methodenkompetenz).		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bausteine von Programmen: Anwendungsfolgen, Schleifen, Alternativen</li> <li>• Programmablaufpläne, Struktogramme</li> <li>• Sprachelemente von FORTRAN95: Datentypen, Felder, Ausdrücke, Feldausdrücke, IF-, CASE-, DO-Strukturen</li> <li>• formatierte und unformatierte Ein-/Ausgabe, NAMELIST I/O</li> <li>• Programmeinheiten: Unterprogramme, Module, Interfaces</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  Metcalf, M. und J. Reid: <i>FORTRAN 90/95 Explained</i> . Oxford University Press.		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> keine		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Kernmodul)</li> </ul>		

<b>Einführung in die Meteorologie</b>		<b>2560</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommer- und Wintersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Meteorologie und Klimatologie	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Einführung in die Meteorologie I Übung zu Einführung in die Meteorologie I Vorlesung Einführung in die Meteorologie II Übung zu Einführung in die Meteorologie II	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben zu Einführung in die Meteorologie I und II <b>Prüfungsleistung:</b> Jeweils eine Klausur zur Einführung in die Meteorologie I und II	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der zwei Klausuren mit je gleichem Gewicht	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b>	8	<b>Präsenzstudium (h):</b> 90 <b>Selbststudium (h):</b> 150
<b>Gewicht:</b>	8	
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden haben nach Abschluss des Zyklus einen Überblick über Meteorologie und Umweltphysik, sodass Kompetenzen für die spätere Einordnung weiterführender Vorlesungen in das Studium erlangt werden können. Die Übungen fördern auch die Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.		
<b>Inhalte:</b> Einführung in die Meteorologie I: Die Atmosphäre und das Erdsystem. Wetter und Klima. Atmosphärische Skalen. Die wichtigsten physikalischen Größen zur Beschreibung der Atmosphäre; ihre typischen räumlichen Verteilungen und Messverfahren. Meteorologische Beobachtungssysteme und internationale Meßnetze. Die chemische Zusammensetzung der Luft, Wasserdampf, Wolken, Aerosole, Ozon einschließlich der Mechanismen für die Entstehung des Ozonlochs, der Wasserkreislauf und der Massenkreislauf verschiedener Spurenstoffe.  Einführung in die Meteorologie II: Grundlagen der solaren und terrestrischen Strahlung. Stoff-, Impuls-, und Energieflüsse im Erdsystem. Energieumwandlungen, Treibhauseffekt, Thermodynamische Grundgleichungen, Energiemeteorologie		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Kraus, <i>Die Atmosphäre der Erde: Eine Einführung in die Meteorologie</i>, Springer</li> <li>📖 Hauf, <i>Skript zur Vorlesung Einführung in die Meteorologie I</i></li> <li>📖 Hauf, <i>Skript zur Vorlesung Einführung in die Meteorologie II</i></li> <li>📖 Häckel, <i>Meteorologie</i>, UTB, Stuttgart</li> <li>📖 Roedel, <i>Physik unserer Umwelt</i>, Springer</li> <li>📖 Liljequist, <i>Allgemeine Meteorologie</i>, Springer</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Kernmodul)</li> <li>• Bachelor Geographie</li> <li>• Master Landschaftsarchitektur</li> <li>• Bachelor und Master Physik</li> </ul>		

<b>Strahlung</b>		<b>2003</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester und Wintersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Meteorologie und Klimatologie	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Strahlung I Vorlesung Strahlung II Übung zu Strahlung I Übung zu Strahlung II	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungen jeweils zu Strahlung I, Strahlung II <b>Prüfungsleistung:</b> mündliche Prüfung	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der mündlichen Prüfung	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 8 <b>Gewicht:</b> 8	<b>Präsenzstudium (h):</b> 90	<b>Selbststudium (h):</b> 150
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden haben vertiefte physikalische und meteorologische Kenntnisse im Bereich der solaren Strahlung und können diese in Beispielen selber anwenden. Sie kennen grundlegende Messmethoden der Strahlungsphysik im optischen Bereich und deren Qualitätssicherung sowie Qualitätskontrolle. Die theoretischen und experimentellen Übungen fördern auch die Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Begriffe der Strahlungsphysik, Strahlungsprozesse in der Atmosphäre</li> <li>• Messmethoden der Strahlungsphysik</li> <li>• Grundlagen der Lichttechnik</li> <li>• Astronomische, Chemische, Biologische und medizinische Grundlagen</li> <li>• Verfahren zur Berechnung des Strahlungstransfers in der Atmosphäre</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Seckmeyer et al., <i>Instruments to measure solar ultraviolet radiation, Parts 1-4</i>: WMO-GAW reports, No.126, 2001, No. 164, 2006, No. 190, 2010, No. 191, 2011</li> <li>📖 Seckmeyer, <i>Skript zur Vorlesung Strahlung</i></li> <li>📖 Bergmann-Schäfer, Band 3 <i>Optik</i>, Gruyter</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul Einführung in die Meteorologie</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Kernmodul)</li> <li>• Master Studienfach optische Technologien</li> <li>• Bachelor und Master Physik</li> </ul>		

<b>Wolkenphysik</b>		<b>2011</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Meteorologie und Klimatologie	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Wolkenphysik Übung zu Wolkenphysik	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungen <b>Prüfungsleistung:</b> mündliche Prüfung	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der mündlichen Prüfung	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 4 <b>Gewicht:</b> 4	<b>Präsenzstudium (h):</b> 45	<b>Selbststudium (h):</b> 75
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden haben vertiefte physikalische Kenntnisse in Wolkenphysik und können diese in Beispielen selber anwenden. In den theoretischen und experimentellen Übungen oder beim Erarbeiten eines Vortrages wird die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen gefördert aber auch die Kommunikationsfähigkeit.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Bedeutung der Wolken für Klima, Luftreinhaltung, Niederschlagsbildung, Strahlungs- und Energiehaushalt; der internationale Wolkenatlas</li> <li>• Theoretische Grundlagen, Strahlung und Wolken, optische Effekte</li> <li>• Die beobachtete mikrophysikalische Struktur von Wolken</li> <li>• Der allgemeine Wolken- und Niederschlagsbildungsprozess</li> <li>• Wolkendynamik und Wolkenmodellierung, wolkenphysikalische Messgeräte</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Pruppacher und Klett, <i>Microphysics of Clouds and Precipitation</i>, Springer</li> <li>📖 Rogers, <i>Cloud Physics</i> A Butterworth-Heinemann Title; 3 edition,</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul Einführung in die Meteorologie</li> <li>• Vorlesung und Übung Thermodynamik und Statik (im Modul Theoretische Meteorologie)</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Kernmodul)</li> <li>• Bachelor und Master Physik</li> </ul>		

<b>Instrumentenpraktikum</b>		<b>2102</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Meteorologie und Klimatologie	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Praktikum Instrumentenpraktikum	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Laborübung	
<b>Notenzusammensetzung</b>	-	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 6	<b>Präsenzstudium (h):</b> 90	<b>Selbststudium (h):</b> 90
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden kennen die grundlegenden meteorologische Messmethoden und können diese selber praktisch anwenden, wobei die kritische Beurteilung von Messergebnissen hinsichtlich ihrer Aussagekraft und Genauigkeit von wichtiger Bedeutung ist. Die Durchführung der Experimente in Kleingruppen fördert zudem die Teamfähigkeit.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung von Labor- und Feldversuchen mit Messungen der meteorologischen Grundgrößen Temperatur, Druck, Feuchte, Windgeschwindigkeit sowie einzelner Komponenten der Strahlungs- und Energiebilanz</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> Skript zum Instrumentenpraktikum		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Module Einführung in die Meteorologie</li> <li>• Module Mechanik und Relativität, Elektrizität, Optik, Atomphysik, Quantenphänomene und Moleküle, Kerne, Teilchen, Festkörper</li> <li>• Modul Strahlung</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Kernmodul)</li> <li>• Master Landschaftswissenschaften</li> <li>• Bachelor Physik</li> </ul>		

<b>Klimatologie</b>		<b>2002</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Meteorologie und Klimatologie	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Klimatologie Übung zu Klimatologie	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungen <b>Prüfungsleistung:</b> Klausur	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der Klausur	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 4 <b>Gewicht:</b> 4	<b>Präsenzstudium (h):</b> 45	<b>Selbststudium (h):</b> 75
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden haben einen Überblick über die Klimatologie, sodass Kompetenzen für die spätere Einordnung von Spezialwissen der Meteorologie und Klimatologie innerhalb der Klimatologie erlangt werden. Die Übungen fördern auch die Kommunikationsfähigkeit und die Methodenkompetenz bei der Umsetzung von Fachwissen.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klimasystem: Komponenten des Klimasystems</li> <li>• Klimate der Erde</li> <li>• Energie- und Wasserhaushalt</li> <li>• Allgemeine Zirkulation der Atmosphäre und des Ozeans</li> <li>• regionale Zirkulationssysteme</li> <li>• Klimaveränderungen</li> <li>• Klimamodellierung</li> <li>• Klimavorhersage</li> <li>• Klimapolitik</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Mahlberg, <i>Meteorologie und Klimatologie</i>, Springer Verlag</li> <li>📖 Peixoto &amp; Oort, <i>Physics of Climate</i>, Springer Verlag</li> <li>📖 Roedel, <i>Physik unserer Umwelt</i>, Springer Verlag</li> <li>📖 Schönwiese, <i>Klimatologie</i>, UTB, Stuttgart</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Module Einführung in die Meteorologie</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Kernmodul)</li> <li>• Bachelor Geographie</li> <li>• Bachelor und Master Physik</li> </ul>		

<b>Theoretische Meteorologie</b>		<b>2561</b>
<b>Semesterlage</b>	Winter- und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Meteorologie und Klimatologie	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Thermodynamik und Statik Übung zu Thermodynamik und Statik Vorlesung Kinematik und Dynamik Übung zu Kinematik und Dynamik Vorlesung Turbulenz und Diffusion Übung zu Turbulenz und Diffusion	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben zu Thermodynamik und Statik, Kinematik und Dynamik, sowie Turbulenz und Diffusion <b>Prüfungsleistung:</b> Jeweils eine Klausur zu Thermodynamik und Statik, Kinematik und Dynamik, sowie Turbulenz und Diffusion	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der 3 Klausuren (zu je gleichem Gewicht)	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 12 <b>Gewicht:</b> 12	<b>Präsenzstudium (h):</b> 135	<b>Selbststudium (h):</b> 225
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden lernen die Grundlagen der theoretischen Meteorologie und können diese in Beispielen selber anwenden (Methodenkompetenz).		
<b>Inhalte:</b> Thermodynamik und Statik <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erster und zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, Entropie, Carnot'scher Kreisprozess, Wirkungsgrad</li> <li>• potentielle Temperatur, thermische Schichtung, vertikaler Aufbau der ruhenden Atmosphäre</li> <li>• Wasser und seine Phasenübergänge</li> <li>• thermodynamische Diagrammpapiere</li> </ul> Kinematik und Dynamik <ul style="list-style-type: none"> <li>• physikalisch-mathematischen Grundlagen atmosphärischer Strömungen: Eulersche Bewegungsgleichung, Vorticity-Gleichung (2D/3D), quasi-geostrophische Gleichungen</li> <li>• meteorologische Phänomene: geostrophischer und thermischer Wind, Schallwellen, Schwerewellen, Rossbywellen</li> <li>• Linearisierung, Stabilitätsanalyse</li> <li>• barotrope und barokline Instabilität</li> </ul> Turbulenz und Diffusion <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meteorologische Phänomene, die durch Reibung dominiert werden</li> <li>• Navier-Stokes-Gleichung</li> <li>• Reynolds-Mittelung, Gleichung für die turbulente kinetische Energie, Richardson-Fluss-Zahl</li> <li>• Vorgänge in der atmosphärischen Grenzschicht: Prandtl-Schicht, Ekman-Schicht</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  Etling, <i>Theoretische Meteorologie</i> , Springer Verlag  Bohren und Albrecht, <i>Atmospheric Thermodynamics</i> , Oxford University Press  Holton, J.R.: <i>An Introduction to Dynamic Meteorology</i> , Academic Press  Dutton, J.A.: <i>The Ceaseless Wind</i> , Dover Pubns  Stull, R.B.: <i>An Introduction to Boundary Layer Meteorology</i> , Springer		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul Einführung in die Meteorologie</li> <li>• Module Mechanik und Relativität</li> <li>• Vorlesung und Übungen zu Mathematische Methoden der Physik</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Kernmodul)</li> <li>• Bachelor und Master Physik (auch Teile aus diesem Modul)</li> </ul>		

<b>Synoptische Meteorologie</b>		<b>2104</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Meteorologie und Klimatologie	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Synoptische Meteorologie I Übung „Übungen zur operationellen Synoptik“ Vorlesung Synoptische Meteorologie II Seminar Wetterbesprechung Übung "Einführung in das Arbeiten mit NINJO"	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben zu den Vorlesungen und Seminarleistung Wetterbesprechung	
<b>Notenzusammensetzung</b>	-	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 8	<b>Präsenzstudium (h):</b> 164	<b>Selbststudium (h):</b> 76
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden verstehen die Grundlagen der Wetteranalyse und -vorhersage, erstellen unter Anleitung und mit vorhandenen Informationssystemen Wetteranalysen und -vorhersagen und präsentieren diese schriftlich und mündlich mit anschließender Diskussion. Sie entwickeln so neben der Fachkompetenz Kompetenzen im Medieneinsatz, kritischer Diskussion, Präsentation vor Fachpublikum, als auch der kundenorientierten Aufbereitung/Präsentation von Fachwissen.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzung moderner meteorologischer Informationssysteme</li> <li>• Analyse atmosphärischer Zustände</li> <li>• Vorhersage der Wetterentwicklung</li> <li>• Präsentation der Ergebnisse</li> <li>• Eigene Beiträgen zur wissenschaftlichen Diskussion von Wetteranalyse und -vorhersage</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Kurz, <i>Synoptische Meteorologie</i>, Band 8 der Leitfäden für die Ausbildung im Deutschen Wetterdienst, Offenbach 1990.</li> <li>📖 Bott, <i>Synoptische Meteorologie – Methoden der Wetteranalyse und –prognose</i>, Springer, Berlin Heidelberg 2012</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul Einführung in die Meteorologie</li> <li>• Vorlesungen und Übungen zu Thermodynamik und Statik, sowie Kinematik und Dynamik</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Kernmodul)</li> <li>• Master Landschaftswissenschaften</li> </ul>		

<b>Studium und Beruf</b>		<b>2105</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester, vorlesungsfreie Zeit (Praktikum), nachfolgendes Wintersemester (Vortrag)	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Meteorologie und Klimatologie	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Seminar Einführung in das Studium der Meteorologie Praktikum Berufskundliches Praktikum	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Praktikum mit Praktikumsbericht	
<b>Notenzusammensetzung</b>	-	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b>	5	<b>Präsenz- und Selbststudium (h):</b> 150
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden werden im ersten Semester in das Studium der Meteorologie eingeführt, mit den spezifischen Anforderungen in fachlicher und methodischer Hinsicht vertraut gemacht, lernen Dozenten und Forschung am Institut und die meteorologische Berufswelt in Bezug zu ihren eigenen Berufs- und Studienvorstellungen kennen.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Einrichtungen der Universität und den studentischen Alltag</li> <li>• Einführung in die Forschung am Institut</li> <li>• 4-wöchige praktische Tätigkeit an Arbeitsplatz in Forschung, Behörden oder Industrie unter meteorologischer Betreuung individuelle Studienberatung/Mentoring</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Hans-Werner Rückert <i>Studieneinstieg, aber richtig. Das müssen Sie wissen: Fachwahl, Studienort, Finanzierung, Studienplanung</i>, 2002, ISBN: 3-593-36899-4, Gruppe: Studienratgeber, Reihe: campus concret, Band: 65</li> <li>📖 Otto Kruse, <i>Handbuch Studieren, Von der Einschreibung bis zum Examen</i>, 1998, ISBN: 3-593-36070-5, Gruppe: Studienratgeber, Reihe: campus concret, Band: 32</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Kernmodul)</li> </ul>		

<b>Meteorologische Exkursion I</b>		<b>2106</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester, vorlesungsfreie Zeit (Praktikum)	
<b>Modulverantwortliche</b>	Institut für Meteorologie und Klimatologie	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Exkursion Meteorologische Exkursion I	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Exkursionsbericht	
<b>Notenzusammensetzung</b>	-	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 2	<b>Präsenz- und Selbststudium (h):</b>	60
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden beschäftigen sich vor der Exkursion eigenverantwortlich mit einem thematischen Teilaspekt der Exkursion, tragen darüber während der Exkursion vor und stehen als Diskussions- und Ansprechpartner zur Verfügung, verfassen dazu einen schriftlichen Beitrag zum Exkursionsbericht, diskutieren diesen mit dem Betreuer und berichten dann während des Abschlussseminars. Dadurch wird ein thematischer Aspekt in besonderer Weise inhaltlich durchdrungen. Durch die Präsentation wird die Vortragstechnik weiter geschult.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme an einer ein- oder zweiwöchigen, im allgemeinen thematisch orientierten Exkursion (z.B. maritim oder alpin)</li> <li>• Vorbereitung auf einen thematischen Teilaspekt der Exkursion und anschließender schriftlicher Ausarbeitung als Beitrag zum Exkursionsbericht. Vortrag (10 Min.) im Exkursionsabschlussseminar.</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ursula Steinbuch <i>Raus mit der Sprache. Ohne Redeangst durchs Studium.</i> 2005 ISBN: 3-593-37838-8, Gruppe: Studienratgeber, Reihe: campus concret</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul Studium und Beruf</li> <li>• Vorlesung Einführung in die Meteorologie I</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Kernmodul)</li> </ul>		

## Bachelor Meteorologie – Wahlbereich

<b>Wahlmodul Meteorologie</b>		<b>2107</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester oder Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Meteorologie und Klimatologie	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Siehe Lehrveranstaltungskatalog	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> gemäß §6 der Prüfungsordnung <b>Prüfungsleistung:</b> mündliche Prüfung (Prüfung erstreckt sich über einen Umfang von mindestens 8LP)	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der mündlichen Prüfung	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 20 <b>Gewicht:</b> 8	<b>Präsenz- und Selbststudium (h):</b> 600	
<b>Kompetenzziele:</b> Erweiterung der Fachkompetenz.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Lehrveranstaltungskatalog</li> <li>• Ein Programmierpraktikum muss gewählt werden</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> Siehe Lehrveranstaltungskatalog		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Lehrveranstaltungskatalog</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> Siehe Lehrveranstaltungskatalog		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Wahlbereich Meteorologie)</li> </ul>		

## Bachelor Meteorologie – Naturwissenschaftlich-technischer Wahlbereich

<b>Naturwissenschaftlich-technischer Wahlbereich</b>		<b>2108</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester oder Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Meteorologie und Klimatologie	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 12 LP der Fakultät für Mathematik und Physik, Fakultät für Elektrotechnik und Informatik, Fakultät für Maschinenbau und der naturwissenschaftlichen Fakultät oder auf Antrag Module anderer Fakultäten	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	Studienleistung: Gemäß Prüfungsordnung der anbietenden Fakultät Sieht die Prüfungsordnung der anbietenden Fakultät keine Studienleistung, sondern eine Prüfungsleistung vor, so wird die erbrachte Prüfungsleistung als Studienleistung behandelt und anerkannt.	
<b>Notenzusammensetzung</b>	-	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 12	<b>Präsenz- und Selbststudium (h):</b> 360	
<b>Kompetenzziele:</b> Erwerb interdisziplinären Wissens in andere naturwissenschaftlichen oder technischen Disziplinen.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Lehrveranstaltungskatalog</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b>		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Naturwissenschaftlich-technischer Wahlbereich)</li> </ul>		

## Bachelor Meteorologie – Schlüsselkompetenzen

<b>Schlüsselkompetenzen</b>		<b>2570</b>
<b>Semesterlage</b>	Winter- und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche</b>	Institut für Meteorologie und Klimatologie	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	<p>Lehrveranstaltungen aus dem Angebot des Fachsprachenzentrums oder des Zentrums für Schlüsselkompetenzen und entsprechend ausgewiesenen Angeboten der Fakultäten sowie Computerkurse aus dem Angebot des Rechenzentrums.</p> <p>Ein Kurs im Bereich „Wissenschaftliches Schreiben“ im Umfang von 2LP muss belegt werden.</p>	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> gemäß §6 der Prüfungsordnung	
<b>Notenzusammensetzung</b>		
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 4	<b>Präsenz- und Selbststudium (h):</b>	120
<b>Kompetenzziele:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können wissenschaftliche Texte verfassen und beherrschen die Grundlagen korrekten Zitierens und Belegen.</li> <li>• Sie erlernen und beherrschen exemplarisch Schlüsselkompetenzen auf dem Gebiet der gewählten Lehrveranstaltung</li> </ul>		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen wissenschaftlichen Schreibens</li> <li>• Umgang mit Fachliteratur</li> <li>• Korrektes Zitieren und Belegen</li> <li>• Weitere Inhalte in Abhängigkeit von der gewählten Lehrveranstaltung</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird in der Lehrveranstaltung angegeben</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Kernmodul)</li> </ul>		

## Master Physik/Technische Physik – Fortgeschrittene Vertiefungsphase

Fortgeschrittene Festkörperphysik		1221
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institute für Festkörperphysik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Fortgeschrittene Festkörperphysik Übung zu Fortgeschrittene Festkörperphysik	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Kurztests und/oder Übungsaufgaben <b>Prüfungsleistung:</b> mündliche Prüfung oder Klausur nach Wahl der Dozenten	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der Prüfungsleistung	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 5 <b>Gewicht:</b> 1	<b>Präsenzstudium (h):</b> 60	<b>Selbststudium (h):</b> 90
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse der Modelle und experimenteller Befunde auf dem Gebiet der Festkörperphysik. Sie können ausgewählte Phänomene eigenständig einordnen und geeignete Modelle zu ihrer Erläuterung entwickeln. Sie kennen bedeutende Entwicklungen auf dem Gebiet aus den letzten Jahrzehnten und haben eine Vorstellung von den aktuellen ungelösten Fragestellungen. Die Studierenden kennen die Vor- und Nachteile einzelner experimenteller Techniken und wissen, wie sich die verschiedenen Techniken komplementär ergänzen.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Supraleitung</li> <li>• Dia- und Paramagnetismus</li> <li>• Ferro- und Antiferromagnetismus</li> <li>• Magnetische Resonanz</li> <li>• endliche Festkörper</li> <li>• Physik in einer und zwei Dimensionen, an Oberflächen und Grenzflächen</li> <li>• Unordnung im Festkörper: Defekte, Legierungen, Gläser</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Ashcroft, Mermin, <i>Festkörperphysik</i>, Oldenbourg Verlag</li> <li>📖 Ch. Kittel, <i>Einführung in die Festkörperphysik</i>, Oldenbourg Verlag</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Festkörperphysik</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterstudiengang Physik (Fortgeschrittene Vertiefungsphase)</li> </ul>		

<b>Fortgeschrittene Gravitationsphysik</b>		<b>1421</b>
<b>Semesterlage</b>	Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institute für Gravitationsphysik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Gravitationsphysik Übung zu Gravitationsphysik	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben <b>Prüfungsleistung:</b> mündliche Prüfung oder Klausur nach Wahl der Dozenten	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der Prüfungsleistung	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 5 <b>Gewicht:</b> 1	<b>Präsenzstudium (h):</b> 60	<b>Selbststudium (h):</b> 90
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte der Fortgeschrittenen Gravitationsphysik und können diese eigenständig auf ausgewählte Probleme anwenden. Sie kennen fortgeschrittene experimentelle Methoden des Gebietes und können diese unter Anleitung anwenden.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Relativitätstheorie</li> <li>• Äquivalenzprinzip, Lense-Thirring-Effekt</li> <li>• Kosmologie</li> <li>• Astrophysik</li> <li>• Quellen und Ausbreitung von Gravitationswellen</li> <li>• Laserinterferometer</li> <li>• Interferometer-Recycling-Techniken</li> <li>• Modulationsfelder</li> <li>• Homodyn- und Heterodyndetektion</li> <li>• Interferometer-Kontrolle</li> <li>• Optische, mechanische und thermische Eigenschaften von Spiegeln und deren dielektrische Beschichtungen</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> wird in der Vorlesung angegeben		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Speziellen Relativitätstheorie</li> <li>• Modul „Kohärente Optik“</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterstudiengang Physik (Fortgeschrittene Vertiefungsphase)</li> </ul>		

<b>Quantenoptik</b>		<b>1321</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Quantenoptik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Quantenoptik Übung zu Quantenoptik	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben <b>Prüfungsleistung:</b> mündliche Prüfung oder Klausur nach Wahl der Dozenten	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der Prüfungsleistung	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> <b>Gewicht</b>	5 1	<b>Präsenzstudium (h):</b> 60 <b>Selbststudium (h):</b> 90
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte der Quantenoptik und können diese eigenständig auf ausgewählte Probleme anwenden. Sie kennen fortgeschrittene experimentelle Methoden des Gebietes und können diese unter Anleitung anwenden.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantisierung des EM-Feldes</li> <li>• Quantenzustände des EM-Feldes (Fock, Glauber, squeezed states)</li> <li>• Heisenbergsche Unschärfe Relation (Anzahl/ Phase, Amplituden-/ Phasenquadratur)</li> <li>• Photonenstatistik, Quantenrauschen</li> <li>• Bell's Ungleichung und Nichtlokalität</li> <li>• Erzeugung von Squeezing und Entanglement</li> <li>• Spontane Emission, Lamb shift, Casimir-Effekte</li> <li>• Atom-Feld-Wechselwirkung mit kohärenten Feldern, dressed states</li> <li>• Photonen-Streuung, Feynman-Graphen</li> <li>• Mehrphotonen-Prozesse</li> <li>• Quantentheorie der nichtlinearen Suszeptibilität</li> <li>• Experimente der modernen Quantenoptik</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Mandel/Wolf, <i>Optical Coherence and Quantum Optics</i>, Cambridge University Press</li> <li>📖 Walls/Milburn, <i>Quantum Optics</i>, Springer</li> <li>📖 Borchers/Ralph, <i>A Guide to experiments in Quantum Optics</i>, Wiley-VCH</li> <li>📖 Schleich, <i>Quantum Optics in Phase space</i>, Wiley-VCH</li> <li>📖 Originalliteratur</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul „Kohärente Optik“</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterstudiengang Physik (Fortgeschrittene Vertiefungsphase)</li> <li>• Masterstudiengang Technische Physik (Fortgeschrittene Vertiefungsphase)</li> </ul>		

<b>Quantenfeldtheorie</b>		<b>1121</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester oder Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Theoretische Physik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Quantenfeldtheorie Übung zu Quantenfeldtheorie	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Übungsaufgaben <b>Prüfungsleistung:</b> mündliche Prüfung oder Klausur nach Wahl der Dozenten	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der Prüfungsleistung	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> <b>Gewicht:</b>	5 1	<b>Präsenzstudium (h):</b> 60 <b>Selbststudium (h):</b> 90
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden haben ein vertieftes, formales Verständnis der Quantenfeldtheorie und können deren mathematisch-quantitative Beschreibungsmethoden eigenständig anwenden. Sie sind in der Lage die physikalischen Inhalte der mathematischen Modelle abzuleiten und in den Kontext bekannter Theorien einzuordnen. Die Studierenden sind mit den mathematischen Techniken vertraut und kennen analytische und numerische Verfahren, die zur Lösung von Problemen des Gebietes eingesetzt werden können.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassische Feldtheorie</li> <li>• Kanonische Feldquantisierung (skalares Feld, Dirac-Feld, Vektorfeld)</li> <li>• Störungsrechnung und Feynman-Regeln</li> <li>• Pfadintegral-Quantisierung (Quantenmechanik, skalares Feld, kohärente Zustände)</li> <li>• Renormierung (Regularisierung, Renormierung, effektive Wirkung)</li> <li>• Quantisierung von Eichfeldern (QED, Yang-Mills)</li> <li>• Endliche Temperaturen &amp; Statistische Mechanik</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 M.E. Peskin &amp; D.V. Schroeder, <i>An Introduction to Quantum Field Theory</i>, Westview Press</li> <li>📖 L. H. Ryder, <i>Quantum Field Theory</i>, Cambridge University Press</li> <li>📖 S. Weinberg, <i>The Quantum Theory of Fields</i>, Vols. I&amp;II, Cambridge University Press</li> <li>📖 D.J. Amit, <i>Field Theory, the Renormalization Group and Critical Phenomena</i>, World Scientific Publishing Company</li> <li>📖 J. Cardy, <i>Scaling and Renormalization in Statistical Physics</i>, Cambridge University Press</li> <li>📖 J. Zinn-Justin, <i>Quantum Field Theory and Critical Phenomena</i>, Oxford University Press</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veranstaltung „Fortgeschrittene Quantentheorie“</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterstudiengang Physik (Fortgeschrittene Vertiefungsphase)</li> </ul>		

<b>Elektronik und Messtechnik</b>		<b>1222</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester oder Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Festkörperphysik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Vorlesung Elektronik Vorlesung Messtechnik Elektronikpraktikum	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Laborübung <b>Prüfungsleistung:</b> mündliche Prüfung oder Klausur nach Wahl der Dozenten	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der Prüfungsleistung	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 8 <b>Gewicht:</b> 1	<b>Präsenzstudium (h):</b> 120	<b>Selbststudium (h):</b> 120
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden lernen experimentelle und numerische Methoden kennen, wenden diese selber an und entwickeln Modellvorstellungen zur Erklärung der experimentellen und numerischen Ergebnisse. Sie kennen die Funktion elektronischer Bauelemente und können diese zur Messdatenerfassung richtig einsetzen.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe der Elektronik</li> <li>• Passive Bauelemente</li> <li>• Transistor</li> <li>• Analoge Grundsaltungen (Filter)</li> <li>• Operationsverstärker</li> <li>• Statische und dynamische OP-Beschaltung</li> <li>• Grundlagen der Hochfrequenztechnik</li> <li>• Signalgeneratoren / Phasenschieber</li> <li>• Elektronische Regler</li> <li>• DAAD Wandlung</li> <li>• Praktikum: Auswahl verschiedener Versuche zu den Themen der Vorlesungen</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 U.Tietze, C. Schenk, <i>Halbleiter Schaltungstechnik</i>, Springer Verlag</li> <li>📖 Hering, Bressler, Gutekunst, <i>Elektronik für Ingenieure</i>, Springer Verlag</li> <li>📖 P. Horowitz, W. Hill, <i>The Art of Electronics</i>, Cambridge University Press</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Module „Mechanik und Relativität“, „Elektrizität“, „Optik, Atomphysik, Quantenphänomene“ und „Moleküle, Kerne, Teilchen, Festkörper“</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterstudiengang technische Physik (Fortgeschrittene Vertiefungsphase)</li> </ul>		

## Master Physik/Technische Physik - Schwerpunktsphase

Ausgewählte Themen moderner Physik		1621
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester oder Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institute der Physik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 27 Leistungspunkten gemäß Vorlesungsverzeichnis.	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> gemäß §6 der Prüfungsordnung <b>Prüfungsleistung:</b> mündliche Prüfung	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der mündlichen Prüfung	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 27 <b>Gewicht:</b> 1	<b>Präsenzstudium (h):</b>	<b>Selbststudium (h):</b>
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden haben einen breiten Überblick über das Themenspektrum moderner Physik und können dieses Wissen in das Gesamtgebäude der Physik einordnen. Sie haben sich exemplarisch in ein ausgewähltes Spezialgebiet der Physik eingearbeitet und sind in der Lage darauf aufbauend in einer Forschungsgruppe auf diesem Gebiet zu beginnen.		
<b>Inhalte:</b> Fortgeschrittene Lehrveranstaltungen der Physik nach Wahl der Studierenden Die Prüfung erstreckt sich über thematisch zusammenhängende Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 12 LP.		
<b>Grundlegende Literatur:</b> Wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Gemäß Lehrveranstaltungskatalog		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterstudiengang Physik (Schwerpunktsphase)</li> </ul>		

<b>Ausgewählte Themen der Photonik</b>		<b>1021</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester oder Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Quantenoptik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 18 LP gemäß Vorlesungsverzeichnis	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> gemäß §14 der Prüfungsordnung <b>Prüfungsleistung:</b> mündliche Prüfung	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der mündlichen Prüfung	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 18 <b>Gewicht:</b> 1	<b>Präsenzstudium (h):</b>	<b>Selbststudium (h):</b>
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden haben einen umfassenden Überblick über das Gebiet der Photonik und können dieses Wissen in das Gesamtgebäude der Physik einordnen. Sie haben exemplarisch in ein ausgewähltes Spezialgebiet der Photonik eingearbeitet und sind in der Lage darauf aufbauend in einer Forschungsgruppe auf diesem Gebiet zu beginnen.		
<b>Inhalte:</b> Fortgeschrittene Lehrveranstaltungen der Physik nach Wahl der Studierenden Die Prüfung erstreckt sich über Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 4 LP nach Wahl der Studierenden		
<b>Grundlegende Literatur:</b> Wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterstudiengang Technische Physik (Schwerpunktsphase)</li> </ul>		

<b>Ausgewählte Themen der Nanoelektronik</b>		<b>1022</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester oder Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Festkörperphysik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 18 LP gemäß Vorlesungsverzeichnis	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> gemäß §14 der Prüfungsordnung <b>Prüfungsleistung:</b> mündliche Prüfung	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der mündlichen Prüfung	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 18 <b>Gewicht:</b> 1	<b>Präsenzstudium (h):</b>	<b>Selbststudium (h):</b>
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden haben einen umfassenden Überblick über das Gebiet der Nanoelektronik und können dieses Wissen in das Gesamtgebäude der Physik einordnen. Sie haben exemplarisch in ein ausgewähltes Spezialgebiet der Nanoelektronik eingearbeitet und sind in der Lage darauf aufbauend in einer Forschungsgruppe auf diesem Gebiet zu beginnen.		
<b>Inhalte:</b> Fortgeschrittene Lehrveranstaltungen der Physik nach Wahl der Studierenden Die Prüfung erstreckt sich über Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 4 LP nach Wahl der Studierenden		
<b>Grundlegende Literatur:</b> Wird in den Lehrveranstaltungen bekannt gegeben		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterstudiengang Technische Physik (Schwerpunktsphase)</li> </ul>		

<b>Seminar</b>		<b>1622</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester oder Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institute der Physik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Seminar	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Prüfungsleistung:</b> Seminarleistung	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der Seminarleistung	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 3 <b>Gewicht:</b> 1	<b>Präsenzstudium (h):</b> 30	<b>Selbststudium (h):</b> 60
<b>Kompetenzziele:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, zu einem vorgegebenen, aktuellen Thema aus der modernen Physik, das z.T. noch Gegenstand der Forschung ist, selbstständig Literatur zu recherchieren.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, sich ein aktuelles Wissensgebiet selbstständig zu erarbeiten.</li> <li>• Die Studierenden können einen Vortrag über ein komplexes Thema der modernen Physik strukturieren und halten, dass ein physikalisch gebildetes Publikum dem Vortrag gut folgen kann. Durch die Gestaltung des Vortrags können sie die Zuhörer auch für ein komplexes Spezialthema interessieren.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage eine ansprechende Präsentation zu erstellen. (PowerPoint o.ä.).</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, eine wissenschaftliche Diskussion zu führen (über das eigene Thema genauso wie über die Themen der anderen Seminarteilnehmer).</li> <li>• Die Studierenden beherrschen die deutsche bzw. englische Fachsprache in freier Rede.</li> </ul>		
<b>Inhalte:</b> Fortgeschrittene Themen der Physik		
<b>Grundlegende Literatur:</b> wird in den Lehrveranstaltungen bekanntgegeben		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterstudiengang Physik (Schwerpunktsphase)</li> <li>• Masterstudiengang technische Physik (Schwerpunktsphase)</li> </ul>		

<b>Schlüsselkompetenzen</b>		<b>1970</b>
<b>Semesterlage</b>	Winter- und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche</b>	Studiendekanat	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Lehrveranstaltungen aus dem Angebot des Fachsprachenzentrums oder des Zentrums für Schlüsselkompetenzen und entsprechend ausgewiesenen Angeboten der Fakultäten sowie Computerkurse aus dem Angebot des Rechenzentrums.	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> gemäß §6 der Prüfungsordnung	
<b>Notenzusammensetzung</b>		
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b>	4 - 10	<b>Präsenz- und Selbststudium (h):</b> 120 -300
<b>Kompetenzziele:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sie erlernen und beherrschen exemplarische Schlüsselkompetenzen auf dem Gebiet der gewählten Lehrveranstaltung</li> </ul>		
<b>Inhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Inhalte in Abhängigkeit von der gewählten Lehrveranstaltung</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wird in der Lehrveranstaltung angegeben</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Keine</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b>		
keine		
<b>Verwendbarkeit:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Masterstudiengang Physik</li> <li>Studierende des englischen Zweiges des MA Physik absolvieren in Abhängigkeit vom Resultat der verpflichtenden Beratung Sprachkurse in Deutsch in einem Umfang von bis zu 10 LP in diesem Modul.</li> <li>Für alle anderen Studierenden umfasst dieses Modul 4 LP</li> </ul>		

<b>Industriepraktikum</b>		<b>1831</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester oder Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institute der Experimentalphysik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	-	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Praktikumsbericht	
<b>Notenzusammensetzung</b>	-	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 10	<b>Präsenzstudium (h):</b>	<b>Selbststudium (h):</b>
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden kennen typische Aufgabenfeldern und Tätigkeitsbereiche von Absolventen und Absolventinnen der Technischen Physik in der beruflichen Praxis. Sie können sich in ein Arbeitsumfeld mit Wissenschaftlern und Ingenieuren angrenzender Fachgebiete eingliedern und im Team aktiv einbringen. Sie kennen exemplarisch die Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in einem industriellen Prozess und verstehen die Aufgabenstellung die hierbei auftreten.		
<b>Inhalte:</b> Praktikum in einem Industriebetrieb		
<b>Grundlegende Literatur:</b>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterstudiengang technische Physik (Praktikum)</li> <li>• Master Studiengang Physik (Modul Ausgewählte Themen moderner Physik)</li> </ul>		

## Master Meteorologie – Fortgeschrittene Meteorologie

Seminare zur Fortgeschrittene Meteorologie		2301	
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester und Sommersemester		
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Meteorologie und Klimatologie		
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	2 Seminare aus unterschiedlichen fachlichen Bereichen der Meteorologie		
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> 2 Seminarleistungen		
<b>Notenzusammensetzung</b>	-		
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 10 <b>Gewicht:</b> 1	<b>Präsenzstudium (h):</b> 56	<b>Selbststudium (h):</b> 244	
<b>Kompetenzziele:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind in der Lage, zu einem vorgegebenen, aktuellen Thema aus der modernen Meteorologie, das z.T. noch Gegenstand der Forschung ist, selbstständig Literatur zu recherchieren.</li> <li>Die Studierenden sind in der Lage, sich ein aktuelles Wissensgebiet selbstständig zu erarbeiten.</li> <li>Die Studierenden können einen Vortrag über ein komplexes Thema der modernen Meteorologie strukturieren und halten, dass ein meteorologisch gebildetes Publikum dem Vortrag gut folgen kann.</li> <li>Durch die Gestaltung des Vortrags können sie die Zuhörer auch für ein komplexes Spezialthema interessieren.</li> <li>Die Studierenden sind in der Lage eine ansprechende Präsentation zu erstellen. (PowerPoint o.ä.).</li> <li>Die Studierenden sind in der Lage, eine wissenschaftliche Diskussion zu führen (über das eigene Thema genauso wie über die Themen der anderen Seminarteilnehmer).</li> </ul> <p>Die Studierenden beherrschen die deutsche bzw. englische Fachsprache in freier Rede</p>			
<b>Inhalte:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Fortgeschrittene Themen der Meteorologie</li> </ul>			
<b>Grundlegende Literatur:</b>			
Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.			
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>			
Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.			
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine			
<b>Verwendbarkeit:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Masterstudiengang Meteorologie (Fortgeschrittene Meteorologie)</li> </ul>			

<b>Fortgeschrittenenpraktikum</b>		<b>2304</b>
<b>Semesterlage</b>	Vorlesungsfreie Zeit zw. Winter und Sommer	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Meteorologie und Klimatologie	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Fortgeschrittenenpraktikum	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Laborübung	
<b>Notenzusammensetzung</b>	-	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 6	<b>Präsenz- und Selbststudium (h):</b>	180
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden können moderne meteorologische Messmethoden selbst forschungsnah und praktisch in einer Feldmesskampagne einsetzen. Hierbei wird die Methodenkompetenz im Umgang mit großen Datenmengen und deren Auswertung gestärkt, sowie die kritische Beurteilung der Messergebnisse geschult. Das Arbeiten in Kleingruppen, das Kooperieren zwischen den Kleingruppen, sowie das Erstellen eines gemeinsamen Abschlussberichtes fördert in besonderem Maße die Teamfähigkeit.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung von Feldversuchen im Rahmen einer üblicherweise zweiwöchigen Messkampagne zu ausgewählten aktuellen Forschungsaufgaben.</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> Skript zum Instrumentenpraktikum		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterstudiengang Meteorologie (Fortgeschrittene Meteorologie)</li> </ul>		

<b>Schlüsselkompetenzen</b>		<b>2670</b>
<b>Semesterlage</b>	Winter- und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche</b>	Institut für Meteorologie und Klimatologie	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Lehrveranstaltungen aus dem Angebot des Fachsprachenzentrums oder des Zentrums für Schlüsselkompetenzen und entsprechend ausgewiesenen Angeboten der Fakultäten, sowie Computerkurse aus dem Angebot des Rechenzentrums.	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> : gemäß §6 der Prüfungsordnung	
<b>Notenzusammensetzung</b>	--	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 4	<b>Präsenz- und Selbststudium (h):</b>	120
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden erlernen und beherrschen exemplarische Schlüsselkompetenzen auf dem Gebiet der gewählten Lehrveranstaltungen		
<b>Inhalte:</b> Inhalte in Abhängigkeit von der gewählten Lehrveranstaltung		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhalte in Abhängigkeit von der gewählten Lehrveranstaltung</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterstudiengang Meteorologie (Schlüsselkompetenzen)</li> </ul>		

## Master Meteorologie – Wahlbereich

Ausgewählte Themen moderner Meteorologie A		2202
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Meteorologie und Klimatologie	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 8 LP aus dem Veranstaltungskatalog der Meteorologie	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten <b>Prüfungsleistung:</b> mündliche Prüfung	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der mündlichen Prüfung	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 8 <b>Gewicht:</b> 1	<b>Präsenz- und Selbststudium (h):</b>	240
<b>Kompetenzziele:</b> Erweiterung der Fachkompetenz, sowie je nach Wahl der Veranstaltungen Vertiefung oder Erwerb neuer Methodenkompetenzen im Rahmen von Praktika zum Beispiel im Programmieren von Modellen, Anwenden von komplexen Modellen oder im Experimentieren.		
<b>Inhalte:</b> Lehrveranstaltungen im Umfang von 8 Leistungspunkten gemäß Vorlesungsverzeichnis bzw. Lehrveranstaltungskatalog. Die Prüfung erstreckt sich über thematisch zusammenhängende Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 8 LP.		
<b>Grundlegende Literatur:</b> Siehe Lehrveranstaltungskatalog		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Siehe Lehrveranstaltungskatalog		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> Siehe Lehrveranstaltungskatalog		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterstudiengang Meteorologie (Wahlbereich Meteorologie)</li> </ul>		

<b>Ausgewählte Themen moderner Meteorologie B</b>		<b>2650</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Meteorologie und Klimatologie	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 8 LP aus dem Veranstaltungskatalog der Meteorologie	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten <b>Prüfungsleistung:</b> mündliche Prüfung	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der mündlichen Prüfung	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 8 <b>Gewicht:</b> 1	<b>Präsenz- und Selbststudium (h):</b>	240
<b>Kompetenzziele:</b> Erweiterung der Fachkompetenz, sowie je nach Wahl der Veranstaltungen Vertiefung oder Erwerb neuer Methodenkompetenzen im Rahmen von Praktika zum Beispiel im Programmieren von Modellen, Anwenden von komplexen Modellen oder im Experimentieren.		
<b>Inhalte:</b> Lehrveranstaltungen im Umfang von 8 Leistungspunkten gemäß Vorlesungsverzeichnis bzw. Lehrveranstaltungskatalog. Die Prüfung erstreckt sich über thematisch zusammenhängende Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 8 LP.		
<b>Grundlegende Literatur:</b> Siehe Lehrveranstaltungskatalog		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Siehe Lehrveranstaltungskatalog		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> Siehe Lehrveranstaltungskatalog		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterstudiengang Meteorologie (Wahlbereich Meteorologie)</li> </ul>		

<b>Ausgewählte Themen moderner Meteorologie C</b>		<b>2651</b>
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institut für Meteorologie und Klimatologie	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Lehrveranstaltungen im Umfang von mindestens 8 LP aus dem Veranstaltungskatalog der Meteorologie	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten <b>Prüfungsleistung:</b> -	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Modul wird nicht benotet	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 8	<b>Präsenz- und Selbststudium (h):</b>	240
<b>Kompetenzziele:</b> Erweiterung der Fachkompetenz, sowie je nach Wahl der Veranstaltungen Vertiefung oder Erwerb neuer Methodenkompetenzen im Rahmen von Praktika zum Beispiel im Programmieren von Modellen, Anwenden von komplexen Modellen oder im Experimentieren.		
<b>Inhalte:</b> Lehrveranstaltungen im Umfang von 8 Leistungspunkten gemäß Vorlesungsverzeichnis bzw. Lehrveranstaltungskatalog. Es kann auch maximal ein weiteres Seminar zur fortgeschrittenen Meteorologie (5LP) eingebracht werden (siehe Lehrveranstaltungskatalog) In Absprache mit einer Dozentin oder einem Dozenten der Meteorologie kann anstelle einer Lehrveranstaltung eine schriftliche Arbeit im Umfang von 3 LP in das Modul eingebracht werden.		
<b>Grundlegende Literatur:</b> Siehe Lehrveranstaltungskatalog		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Siehe Lehrveranstaltungskatalog		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> Siehe Lehrveranstaltungskatalog		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterstudiengang Meteorologie (Wahlbereich Meteorologie)</li> </ul>		

## Abschlussarbeiten und Forschungsphase

Bachelorprojekt		9001
<b>Semesterlage</b>	Beginn ganzjährig möglich	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Studiendekan/in	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Projekt „Bachelorarbeit“ Seminar „Arbeitsgruppenseminar“	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Prüfungsleistung:</b> Bachelorarbeit <b>Studienleistung:</b> Seminarleistung	
<b>Notenzusammensetzung</b>		
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b>	15	<b>Präsenz- und Selbststudium (h):</b> 450
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden haben die Fähigkeit zur selbständigen Einarbeitung in ein Forschungsthema. Sie können sich eigenständig Wissen aus z.T. englischsprachigen Büchern und Fachzeitschriften aneignen. Sie sind zu einer realistischen Planung, Zeiteinteilung und Durchführung eines wissenschaftlichen Projekts nach wissenschaftlichen Methoden unter Anleitung befähigt. Sie sind in der Lage einen Text gemäß wissenschaftlicher Standards zu schreiben. Sie können ein wissenschaftliches Thema unter Einsatz geeigneter Medien präsentieren und sie sind zur wissenschaftlichen Diskussion der eigenen Arbeit mit Mitstudierenden und Lehrenden fähig. Sie beherrschen die deutsche und z.T. englische Fachsprache in Wort und Schrift.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten</li> <li>• Selbstständige Projektarbeit unter Anleitung</li> <li>• Wissenschaftliches Schreiben</li> <li>• Präsentationstechniken</li> <li>• Wissenschaftlicher Vortrag</li> <li>• Diskussionsführung</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Aktuelle Literatur zum Thema der Bachelorarbeit</li> <li>📖 Stichel-Wolf, Wolf, <i>Wissenschaftliches Arbeiten und Lerntechniken</i>, 2004, ISBN: 3-409-31826-7</li> <li>📖 Walter Krämer, <i>Wie schreibe ich eine Seminar- oder Examensarbeit?</i>, 1999, ISBN: 3-593-36268-6, Gruppe: Studienratgeber, Reihe: campus concret, Band: 47</li> <li>📖 Abacus communications, <i>The language of presentations</i>, CDROM Lehr- und Trainingsmaterial</li> <li>📖 Alley, <i>The Craft of Scientific Presentation</i>, Springer</li> <li>📖 Day, <i>How to write &amp; publish a scientific paper</i>. Cambridge University Press.</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Kernmodul des jeweiligen Bachelorstudiengangs		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Physik:</b> Abgeschlossenes Modul Mathematik für Physiker und bestandene Modulübergreifende Prüfungen Experimentalphysik und Theoretische Physik I</li> <li>• <b>Meteorologie:</b> mindestens 100 LP aus den Kernmodulen des Bachelorstudiengangs</li> </ul>		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik (Modul Bachelorprojekt)</li> <li>• Bachelorstudiengang Meteorologie (Modul Bachelorprojekt)</li> </ul>		

**Prüfungsverfahren:** Das Thema der Bachelorarbeit wird von der oder dem Prüfenden nach Rücksprache mit dem Prüfling festgelegt. Die Ausgabe ist aktenkundig zu machen und dem Prüfling sowie dem Studiendekanat schriftlich mitzuteilen. Mit der Ausgabe des Themas wird die oder der Prüfende bestellt. Während der Anfertigung der Arbeit wird der Prüfling von der oder dem Prüfenden betreut.

<b>Forschungspraktikum</b>		<b>9031</b>
<b>Semesterlage</b>	Winter- und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institute der Physik und Meteorologie	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Praktikum Forschungspraktikum Seminar Arbeitsgruppenseminar	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Seminarleistung (Nur für MA Technische Physik)	
<b>Notenzusammensetzung</b>	-	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 15	<b>Präsenz- und Selbststudium (h):</b>	450
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden sind in der Lage, sich in die Messmethoden oder theoretischen Konzepte eines Forschungsgebietes einzuarbeiten. Sie können sich einen Überblick über die Fachliteratur zu einem Forschungsprojekt verschaffen. Die Studierenden sind befähigt in einem (international zusammengesetzten) Team zu arbeiten und problemlos auf Deutsch und Englisch zu kommunizieren.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Literaturrecherche</li> <li>• Einarbeitung in theoretische Verfahren bzw. experimentelle Verfahren</li> <li>• Diskussion von Problemstellungen aktueller Forschung im Arbeitsgruppenseminar</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Aktuelle Literatur zum jeweiligen Forschungsbereich</li> <li>📖 Abacus communications, <i>The language of presentations</i>, CDROM Lehr- und Trainingsmaterial</li> <li>📖 Alley, <i>The Craft of Scientific Presentation</i>, Springer</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortgeschrittene Vertiefungsmodule des jeweiligen Masterstudiengangs</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterstudiengang Physik (Module der Forschungsphase)</li> <li>• Masterstudiengang Technische Physik (Module der Forschungsphase)</li> <li>• Masterstudiengang Meteorologie (Module der Forschungsphase)</li> </ul>		

<b>Projektplanung</b>		<b>9032</b>
<b>Semesterlage</b>	Winter- und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institute der Physik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Projekt Projektplanung für die Masterarbeit Seminar Arbeitsgruppenseminar	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> Praktikumsbericht (Nur für MA Technische Physik)	
<b>Notenzusammensetzung</b>	-	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 15	<b>Präsenz- und Selbststudium (h):</b>	450
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden haben sich soziale Kompetenzen angeeignet, die sie befähigen, sich in ein Forschungs- oder Entwicklungsteam einzugliedern. Sie können selbstständig wissenschaftlich arbeiten und komplexe Projekte planen. Die Studierenden können eigenständig recherchieren und sich einen Überblick über die z.T. englischsprachige Fachliteratur zu einem Forschungsprojekt verschaffen.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition einer wissenschaftlichen Problemstellung</li> <li>• Methoden des Projektmanagements</li> <li>• Erstellung, Vorstellung und Diskussion eines Projektplans</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Stickel-Wolf, Wolf, <i>Wissenschaftliches Arbeiten und Lerntechniken</i>, ISBN: 3-409-31826-7, Gabler Verlag</li> <li>📖 Steinle, Bruch, Lawa, (Hrsg.), <i>Projektmanagement: Instrument moderner Dienstleistung</i>, 1995, ISBN 3-929368-27-7, FAZ</li> <li>📖 Little, (Hrsg.), <i>Management der Hochleistungsorganisation</i>, Gabler Verlag, Wiesbaden, 1990</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fortgeschrittene Vertiefungsmodule des jeweiligen Masterstudiengangs</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterstudiengang Meteorologien (Module der Forschungsphase)</li> <li>• Masterstudiengang Physik (Module der Forschungsphase)</li> <li>• Masterstudiengang Technische Physik (Module der Forschungsphase)</li> </ul>		

<b>Modulübergreifende Prüfung Forschungspraktikum/ Projektplanung</b>		<b>9033</b>
<b>Semesterlage</b>	Winter- und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institute der Physik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	Prüfungsleistung: Seminar	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Prüfungsleistung:</b> Seminar	
<b>Notenzusammensetzung</b>	geht nicht in die Masternote ein	
<b>Gewicht:</b>	0	
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden können sich einen Überblick über die Fachliteratur zu einem Forschungsprojekt verschaffen. Sie sind in der Lage einen wissenschaftlichen Vortrag zu halten und ihr eigenes Forschungsprojekt im Kontext des aktuellen Stands der Wissenschaft darzustellen.		
<b>Inhalte:</b> Projektplanung, Forschungspraktikum		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> keine		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterstudiengang Physik (Module der Forschungsphase)</li> <li>• Masterstudiengang Technische Physik (Module der Forschungsphase)</li> <li>• Masterstudiengang Meteorologie (Module der Forschungsphase)</li> </ul>		

<b>Masterarbeit</b>		<b>9021</b>
<b>Semesterlage</b>	Winter- und Sommersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Institute der Physik	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>		
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	Prüfungsleistung: Masterarbeit	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der Masterarbeit	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> 30 <b>Gewicht Physik:</b> 5 <b>Gewicht Meteorologie:</b> 4	<b>Präsenz- Selbststudium (h):</b>	900
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden können sich selbstständig in ein Forschungsprojekt einarbeiten. Sie sind in der Lage unter Anleitung wissenschaftliche Projekte zu strukturieren, vorzubereiten und durchzuführen. Sie verschaffen sich einen Überblick über die aktuelle Literatur und analysieren und lösen komplexe Probleme. Die Studierenden können kritische Diskussionen über eigene und fremde Forschungsergebnisse führen und konstruktiv mit Fragen und Kritik umgehen. Die Studierenden beherrschen die deutsche und englische Fachsprache. Sie sind in der Lage einen wissenschaftlichen Vortrag zu halten und ihre eigenen Ergebnisse im Kontext des aktuellen Stands der Wissenschaft darzustellen.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstständige Bearbeitung einer aktuellen wissenschaftlichen Problemstellung in einem internationalen Forschungsumfeld</li> <li>• Schriftliche Dokumentation und mündliche Präsentation des Forschungsprojekts und der Ergebnisse</li> <li>• Wissenschaftliche Diskussion der Ergebnisse</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Aktuelle Literatur zur jeweiligen wissenschaftlichen Problemstellung</li> <li>📖 Day, <i>How to write &amp; publish a scientific paper</i>. Cambridge University Press</li> <li>📖 Walter Krämer, <i>Wie schreibe ich eine Seminar- oder Examensarbeit?</i>, 1999, ISBN: 3-593-36268-6, Gruppe: Studienratgeber, Reihe: campus concret, Band: 47.</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physik: Projektplanung und mind. 40 Leistungspunkte aus dem Masterstudiengang</li> <li>• Technische Physik: Projektplanung</li> <li>• Meteorologie: Modulübergreifende Prüfung Forschungspraktikum/ Projektplanung</li> </ul>		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masterstudiengang Physik</li> <li>• Masterstudiengang Technische Physik</li> <li>• Masterstudiengang Meteorologie</li> </ul>		

**Prüfungsverfahren:** Das Thema der Masterarbeit wird von der oder dem Erstprüfenden nach Rücksprache mit dem Prüfling festgelegt. Die Ausgabe ist aktenkundig zu machen und dem Prüfling sowie dem Studiendekanat schriftlich mitzuteilen. Mit der Ausgabe des Themas werden die oder der Erstprüfende und die oder der Zweitprüfende bestellt. Während der Anfertigung der Arbeit wird der Prüfling von der oder dem Erstprüfenden betreut.

## Lehrveranstaltungskatalog

<b>Lehrveranstaltungen der Physik.....</b>	<b>71</b>
Fortgeschrittene Quantentheorie .....	71
Seminar zu Fortgeschrittene Quantentheorie .....	72
Computerphysik .....	73
Theoretische Festkörperphysik.....	74
Statistische Feldtheorie .....	75
Seminar zur Theorie der kondensierten Materie .....	76
Fortgeschrittene Computerphysik .....	77
Aktuelle Probleme der Theorie der kondensierten Materie .....	78
Theorie der fundamentalen Wechselwirkungen.....	79
Seminar zu Theorie der fundamentalen Wechselwirkungen .....	80
Ergänzungen zur klassischen Physik.....	81
Festkörperphysik in niedrigen Dimensionen .....	82
Laborpraktikum zu Festkörperphysik in niedrigen Dimensionen .....	83
Oberflächenphysik.....	84
Vom Atom zum Festkörper.....	85
Seminar zu Vom Atom zum Festkörper .....	86
Halbleiterphysik .....	87
Halbleitermesstechnik in der Photovoltaik .....	88
Rastersondentechnik .....	89
Molekulare Elektronik .....	90
Methoden der Oberflächenanalytik .....	91
Laborpraktikum Methoden der Oberflächenanalytik .....	92
Physik der Nanostrukturen.....	93
Optische Spektroskopie von Festkörpern .....	94
Quantenstrukturbauelemente.....	95
Physik der Solarzelle .....	96
Laborpraktikum Fortgeschrittene Solarenergieforschung .....	97
Seminar zu Fortgeschrittene Solarenergieforschung.....	98
Laborpraktikum Festkörperphysik .....	99
Seminar Aktuelle Forschungsthemen der Festkörperphysik.....	100
Nichtlineare Optik .....	101
Photonik .....	102
Seminar zu Photonik.....	103
Atomoptik .....	104
Laborpraktikum Optik .....	105
Data Analysis .....	106
Neutron Stars and Black Holes .....	107
Seminar Gravitationswellen .....	108
Seminar Gravitationsphysik .....	109
Laserinterferometrie .....	110
Laborpraktikum Laserinterferometrie.....	111
Laserstabilisierung und Kontrolle optischer Experimente.....	112
Laborpraktikum Cluster Computing .....	113
Nichtklassisches Licht .....	114
Nichtklassische Laserinterferometrie .....	115
Kernphysikalische und kernchemische Grundlagen des Strahlenschutzes und der Radioökologie.....	117

Kernenergie und Brennstoffkreislauf, technische Aspekte und gesellschaftlicher Diskurs .....	118
Radioaktivität in der Umwelt und Strahlengefährdung des Menschen .....	119
Strahlenschutz und Radioökologie .....	120
Laborpraktikum Strahlenschutz .....	121
Nukleare Analysemethoden in der Radioanalytik .....	122
Kernphysikalische Anwendungen in der Umweltphysik .....	123
Seminar/Praktikum Strahlenschutz und Radioökologie .....	124
Einführung in die Teilchenphysik .....	125
Elektronische Metrologie im Optiklabor .....	126
Festkörperlaser .....	128
Optische Schichten .....	129
Thermodynamik, Kinetik und Struktur von Defekten in Halbleitern .....	130
Simulation und Design von Solarzellen .....	131
Physik in Nanostrukturen .....	132
Fachkunde im Strahlenschutz .....	133
<b>Lehrveranstaltungen der Meteorologie .....</b>	<b>134</b>
Numerische Wettervorhersage .....	134
Programmierpraktikum zur Numerischen Wettervorhersage .....	135
Schadstoffausbreitung in der Atmosphäre .....	136
Turbulenz II .....	137
Atmosphärische Konvektion .....	138
Programmierpraktikum zur Simulation der atmosphärischen Grenzschicht .....	139
Simulation turbulenter Strömungen mit LES-Modellen .....	140
Numerisches Praktikum zur Simulation turbulenter Strömungen mit LES-Modellen ..	141
Agrarmeteorologie .....	142
Lokalklimate .....	143
Fernerkundung I .....	144
Meteorologische Exkursion II .....	147
Externes Praktikum Inland .....	148
Externes Praktikum Ausland .....	149

**Zuordnung der Veranstaltungen zu den Modulen:**

Modulname/ Veranstaltung	Bachelor Physik	Bachelor Meteorologie	Master Physik		Master Technische Physik			Master Meteorologie		
	Moderne Aspekte der Physik	Wahlmodul Meteorologie	Ausgewählte Themen moderner Physik	Seminar	Ausgewählte Themen der Photonik	Ausgewählte Themen der Nanoelektronik	Seminar	Ausgewählte Themen moderner Meteorologie A	Ausgewählte Themen moderner Meteorologie B	Ausgewählte Themen moderner Meteorologie C
<b>Veranstaltung</b>										
Fortgeschrittene Quantentheorie	X		X							
Seminar zu Fortgeschrittene Quantentheorie	X		X	X						
Computerphysik	X		X							
Theoretische Festkörperphysik			X							
Statistische Feldtheorie			X							
Seminar zur Theorie der kondensierten Materie			X	X						
Fortgeschrittene Computerphysik	X		X							
Aktuelle Probleme der Theorie der kondensierten Materie			X							
Theorie der fundamentalen Wechselwirkungen			X							
Seminar zu Theorie der fundamentalen Wechselwirkungen			X	X						
Ergänzungen zur klassischen Physik	X		X							
Festkörperphysik in niedrigen Dimensionen	X		X							
Laborpraktikum Festkörperphysik in niedrigen Dimensionen	X		X							
Oberflächenphysik			X							
Vom Atom zum Festkörper	X		X			X				

Modulname/ Veranstaltung	Bachelor	Bachelor	Master		Master			Master		
	Physik	Meteorologie	Physik	Physik	Technische Physik			Meteorologie		
	Moderne Aspekte der Physik	Wahlmodul Meteorologie	Ausgewählte Themen moderner Physik	Seminar	Ausgewählte Themen der Photonik	Ausgewählte Themen der Nanoelektronik	Seminar	Ausgewählte Themen moderner Meteorologie A	Ausgewählte Themen moderner Meteorologie B	Ausgewählte Themen moderner Meteorologie C
Seminar zu Vom Atom zum Festkörper			X	X		X	X			
Halbleiterphysik			X			X				
Halbleitermess-technik in der Photovoltaik	X		X			X				
Rastersonden-technik	X		X			X				
Molekulare Elektronik	X		X			X				
Methoden der Oberflächen-analytik	X		X			X				
Laborpraktikum Methoden der Oberflächen-analytik			X			X				
Spintronik			X			X				
Optische Spektroskopie von Festkörpern			X			X				
Quantenstruktur-baelemente			X			X				
Physik der Solarzelle	X		X			X				
Laborpraktikum Fortgeschrittene Solarenergie-forschung			X	X		X	X			
Seminar zu Fortgeschrittene Solarenergie-forschung			X			X				
Laborpraktikum Festkörperphysik			X	X		X	X			
Aktuelle Forschungs-themen der Festkörperphysik	X		X		X					
Nichtlineare Optik			X		X					
Photonik			X		X					

Modulname/ Veranstaltung	Bachelor Physik	Bachelor Meteorologie	Master Physik		Master Technische Physik			Master Meteorologie		
	Moderne Aspekte der Physik	Wahlmodul Meteorologie	Ausgewählte Themen moderner Physik	Seminar	Ausgewählte Themen der Photonik	Ausgewählte Themen der Nanoelektronik	Seminar	Ausgewählte Themen moderner Meteorologie A	Ausgewählte Themen moderner Meteorologie B	Ausgewählte Themen moderner Meteorologie C
Seminar zu Photonik			X		X					
Atomoptik			X		X					
Laborpraktikum Optik			X							
Data Analysis			X							
Neutron Stars and Black Holes			X	X						
Seminar Gravitationswellen			X	X						
Seminar Gravitationsphysik			X		X					
Laserinterferometrie			X		X					
Laborpraktikum Laserinterferometrie			X							
Laserstabilisierung und Kontrolle optischer Experimente	X		X		X					
Nichtklassisches Licht			X		X					
Nichtklassische Laserinterferometrie			X		X					
Kernphysikalische und kernchemische Grundlagen des Strahlenschutzes und der Radioökologie	X		X							
Kernenergie und Brennstoffkreislauf, technische Aspekte und gesellschaftlicher Diskurs	X		X							
Radioaktivität in der Umwelt und Strahlengefährdung des Menschen	X		X							

Modulname/ Veranstaltung	Bachelor	Bachelor	Master		Master			Master		
	Physik	Meteorologie	Physik		Technische Physik			Meteorologie		
	Moderne Aspekte der Physik	Wahlmodul Meteorologie	Ausgewählte Themen moderner Physik	Seminar	Ausgewählte Themen der Photonik	Ausgewählte Themen der Nanoelektronik	Seminar	Ausgewählte Themen moderner Meteorologie A	Ausgewählte Themen moderner Meteorologie B	Ausgewählte Themen moderner Meteorologie C
Strahlenschutz und Radioökologie	X		X							
Laborpraktikum Strahlenschutz	X		X							
Nukleare Analysemethoden	X		X							
Kernphysikalische Anwendungen	X		X							
Sem./Praktikum Strahlenschutz und Radioökologie	X		X							
Einführung in die Teilchenphysik	X		X							
Elektronische Metrologie im Optiklabor			X							
Grundlagen der Lasermedizin und Biophotonik			X		X					
Festkörperlaser			X		X					
Optische Schichten			X		X					
Thermodynamik, Kinetik und Struktur von Defekten in Halbleitern			X			X				
Simulation und Design von Solarzellen			X			X				
Physik in Nanostrukturen	X		X							
Fachkunde im Strahlenschutz	X		X							
Numerische Wettervorhersage		X						X	X	X
Programmierpraktikum zur Numerischen Wettervorhersage		X						X	X	X
Schadstoffausbreitung in der Atmosphäre		X						X	X	X

Modulname/ Veranstaltung	Bachelor Physik	Bachelor Meteorologie	Master Physik		Master Technische Physik			Master Meteorologie		
	Moderne Aspekte der Physik	Wahlmodul Meteorologie	Ausgewählte Themen moderner Physik	Seminar	Ausgewählte Themen der Photonik	Ausgewählte Themen der Nanoelektronik	Seminar	Ausgewählte Themen moderner Meteorologie A	Ausgewählte Themen moderner Meteorologie B	Ausgewählte Themen moderner Meteorologie C
Turbulenz II		X						X	X	X
Atmosphärische Konvektion		X						X	X	X
Programmier- praktikum zur Atmosphärischen Konvektion		X						X	X	X
Simulation turbulenter Strömungen mit LES- Modellen		X						X	X	X
Numerisches Praktikum zur Simulation turbulenter Strömungen mit LES- Modellen		X						X	X	X
Agrar- meteorologie		X						X	X	X
Lokalklimate		X						X	X	X
Seminar zur fortgeschrittenen Meteorologie										X
Meteorologische Exkursion II										X
Externes Praktikum Inland										X
Externes Praktikum Ausland										X

## Lehrveranstaltungen der Physik

<b>Fortgeschrittene Quantentheorie</b>		
<b>SWS</b> 3+1	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Institut für Theoretische Physik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vielteilchensysteme: Identische Teilchen, Fock-Raum, Feldquantisierung</li> <li>• Offene Quantensysteme: Dichtematrix, Messprozess, Bell'sche Ungleichung</li> <li>• Information und Thermodynamik: Zustandssummen, Entropie, thermodynamisches Gleichgewicht</li> <li>• Semiklassische Näherung: Bohr-Sommerfeld, Tunneleffekt, Pfadintegral</li> <li>• Relativistische Quantenmechanik: Raum-Zeit-Symmetrien, Dirac-Gleichung</li> <li>• Streutheorie</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 W. Greiner and J. Reinhardt, <i>Theoretische Physik 7 (Quantenelektrodynamik) und 7a (Feldquantisierung)</i>, Springer</li> <li>📖 R.H. Landau, <i>Quantum Mechanics II, A Second Course in Quantum Theory</i>, Wiley-VCH</li> <li>📖 A. Peres, <i>Quantum Theory: Concepts and Methods</i>, Springer</li> <li>📖 M.E. Peskin &amp; D.V. Schroeder, <i>An Introduction to Quantum Field Theory</i>, Westview Press</li> <li>📖 J.J. Sakurai, <i>Modern Quantum Mechanics</i>, Addison Wesley</li> <li>📖 F. Schwabl, <i>Quantenmechanik für Fortgeschrittene</i>, Springer</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik für Physiker</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Seminar zu Fortgeschrittene Quantentheorie</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Institut für Theoretische Physik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> Nach Absprache mit den Dozenten. Das Seminar muss in Zusammenhang mit der Vorlesung Fortgeschrittene Quantentheorie belegt werden.		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 W. Greiner and J. Reinhardt, <i>Theoretische Physik 7 (Quantenelektrodynamik) und 7a (Feldquantisierung)</i>, Springer</li> <li>📖 R.H. Landau, <i>Quantum Mechanics II, A Second Course in Quantum Theory</i>, Wiley-VCH</li> <li>📖 A. Peres, <i>Quantum Theory: Concepts and Methods</i>, Springer</li> <li>📖 M.E. Peskin &amp; D.V. Schroeder, <i>An Introduction to Quantum Field Theory</i>, Westview Press</li> <li>📖 J.J. Sakurai, <i>Modern Quantum Mechanics</i>, Addison Wesley</li> <li>📖 F. Schwabl, <i>Quantenmechanik für Fortgeschrittene</i>, Springer</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik für Physiker</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Seminar</li> </ul>		

<b>Computerphysik</b>		
<b>SWS</b> 2+2	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Verantwortung</b> Institut für Theoretische Physik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter- oder Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende numerische Methoden (Differentiation, Integration, Interpolation, Lösung einer nicht-linearen Gleichung, Systeme linearer algebraischer Gleichungen, Monte Carlo-Methoden)</li> <li>• Numerische Lösung gebräuchlicher Probleme der Physik (Differentialgleichungen, Eigenwertprobleme, Optimierung, Integration und Summen vieler Variablen)</li> <li>• Anwendungen aus der Mechanik, Elektrodynamik und Thermodynamik</li> <li>• Datenanalyse (statistische Analyse, Ausgleichsrechnung, Extrapolation, spektrale Analyse)</li> <li>• Visualisierung (graphische Darstellung von Daten)</li> <li>• Einführung in die Simulation physikalischer Systeme (dynamische Systeme, einfache Molekulardynamik)</li> <li>• Computer-Algebra</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Wolfgang Kinzel und Georg Reents, „<i>Physik per Computer</i>“, Spektrum Akademischer Verlag</li> <li>📖 S.E. Koonin and D.C. Meredith, „<i>Computational Physics</i>“, Addison-Wesley</li> <li>📖 W.H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery, „<i>Numerical Recipes in C++</i>“, Cambridge University Press</li> <li>📖 J.M. Thijssen, „<i>Computational Physics</i>“, Cambridge University Press</li> <li>📖 Tao Pang, „<i>An Introduction to Computational Physics</i>“, Cambridge University Press</li> <li>📖 S. Brandt, „<i>Datenanalyse</i>“, Spektrum Akademischer Verlag</li> <li>📖 V. Blobel und E. Lohrmann, „<i>Statistische und numerische Methoden der Datenanalyse</i>“, Teubner Verlag</li> <li>📖 R.H. Landau, M.J. Paez, and C.C. Bordeianu, <i>Computational Physics</i>, Wiley-VCH, 2007</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfahrung mit dem Computer und Grundlagen der Programmierung.</li> <li>• Analysis I+II</li> <li>• Theoretische Elektrodynamik</li> <li>• Analytische Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie</li> <li>• Einführung in Quantentheorie</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Naturwissenschaftlich- technischer Wahlbereich</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Theoretische Festkörperphysik</b>		
<b>SWS</b> 3+1	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Institut für Theoretische Physik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter – oder Sommersemester (im Wechsel mit Statistischer Feldtheorie)		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportphänomene</li> <li>• Elektronische Korrelationen</li> <li>• niedrigdimensionale Systeme</li> <li>• Magnetismus</li> <li>• Supraleitung</li> <li>• Unordnung und Störstellen</li> <li>• Mesoskopische Systeme</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 P.G. deGennes, <i>Superconductivity of Metals and Alloys</i>, Perseus Publishing, 1999, Westview Press</li> <li>📖 C. Kittel: <i>Quantum Theory of Solids</i>, Wiley</li> <li>📖 W. Nolting: <i>Quantentheorie des Magnetismus, Band I + II</i>, Teubner Verlag</li> <li>📖 J.M. Ziman, <i>Electrons and Phonons</i>, Oxford University Press, 2000</li> <li>📖 H. Bruus and K. Flensberg, <i>Many Body Quantum Theory in Condensed Matter Physics</i> (Oxford University Press, 2004)</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortgeschrittene Quantentheorie</li> <li>• Quantenfeldtheorie</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Statistische Feldtheorie</b>		
<b>SWS</b> 3+1	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Institut für Theoretische Physik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter – oder Sommersemester (im Wechsel mit Theoretischer Festkörperphysik)		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zustandssumme als Pfadintegral</li> <li>• kritische Phänomene</li> <li>• kondensierte Materie in zwei Dimensionen</li> <li>• Quantenspinnketten</li> <li>• Nichtgleichgewichtsphänomene</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 A. Altland and B. Simons, <i>Condensed Matter Field Theory</i> (Cambridge University Press, 2006)</li> <li>📖 H. Bruus and K. Flensberg, <i>Many Body Quantum Theory in Condensed Matter Physics</i> (Oxford University Press, 2004)</li> <li>📖 J.M. Thijssen, <i>Computational Physics</i> (Cambridge University Press, 2007)</li> <li>📖 D. J. Amit &amp; V. Martin-Mayor: <i>Field theory, the renormalization, group, and critical phenomena</i> (World Scientific 2005)</li> <li>📖 G. Mussardo: <i>Statistical field theory: An introduction to exactly solved models in statistical physics</i>, (Oxford 2010)</li> <li>📖 A. M. Tsvetlik: <i>Quantum field theory in condensed matter physics</i>, (Cambridge 2003)</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortgeschrittene Quantentheorie</li> <li>• Quantenfeldtheorie</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Seminar zur Theorie der kondensierten Materie</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Institut für Theoretische Physik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter – oder Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> Nach Absprache mit den Dozenten. Das Seminar muss in Zusammenhang mit der Vorlesung Theoretische Festkörperphysik oder Statistische Feldtheorie belegt werden.		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  Siehe Theoretische Festkörperphysik und Statistische Feldtheorie sowie aktuelle Forschungspublikationen		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Fortgeschrittene Quantentheorie</li><li>• Quantenfeldtheorie</li></ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li><li>• Seminar</li></ul>		

<b>Fortgeschrittene Computerphysik</b>		
<b>SWS</b> 4+2	<b>Leistungspunkte:</b> 8	<b>Verantwortung</b> Institut für Theoretische Physik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter – oder Sommersemester		
<p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exakte Diagonalisierung</li> <li>• Monte Carlo Simulationen</li> <li>• numerische Renormierungsgruppe</li> <li>• Dichtefunktionaltheorie</li> <li>• Moleküldynamik</li> <li>• Quantendynamik</li> </ul>		
<p><b>Grundlegende Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 J.M. Thijssen, <i>Computational Physics</i> (Cambridge University Press, 2007)</li> <li>📖 - S.E. Koonin and D.C Meredith, <i>Computational Physics</i>, Addison-Wesley, 1990.</li> <li>📖 - T. Pang, <i>Computational Physics</i>, Cambridge University Press, 2006</li> <li>📖 - H. Gould, J. Tobochnik, and W. Christian, <i>Computer Simulation Methods</i>, Pearson Education, 2007</li> </ul>		
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Quantentheorie</li> <li>• Statistische Physik</li> <li>• Computerphysik</li> </ul>		
<p><b>Modulzugehörigkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> </ul>		

<b>Aktuelle Probleme der Theorie der kondensierten Materie</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Institut für Theoretische Physik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter – oder Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> Aktuelles Thema nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten, z.B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Theorie des Magnetismus</li> <li>• Theorie der Supraleitung</li> <li>• Theorie des Quanten Hall Effekt</li> <li>• Theorie stark korrelierter Elektronen</li> <li>• Integrierte Quantensysteme</li> <li>• Systeme außerhalb des Gleichgewichts</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> wird vom Dozenten angegeben		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortgeschrittene Quantentheorie</li> <li>• Fortgeschrittene Festkörperphysik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Theorie der fundamentalen Wechselwirkungen</b>		
<b>SWS</b> 3+1	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Institut für Theoretische Physik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter- oder Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> Thema nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten, z.B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• String-Theorie</li> <li>• Supersymmetrie</li> <li>• Allgemeine Relativitätstheorie</li> <li>• Eichtheorie und ihre Quantisierung</li> <li>• Konforme Feldtheorie</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Peskin, Schröder, <i>Quantum Field Theory</i>, Westview Press</li> <li> Wess, Bagger, <i>Supersymmetry and Supergravity</i>, Princeton University Press</li> <li> Galperin, Ivanov, Ogievetsky, Sokatchev, <i>Harmonic Superspace</i>, Cambridge University Press</li> <li> Green, Schwarz, Witten, <i>Superstring Theory</i>, Cambridge University Press</li> <li> und aktuelle Forschungspublikationen</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortgeschrittene Quantentheorie</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Seminar zu Theorie der fundamentalen Wechselwirkungen</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Institut für Theoretische Physik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter- oder Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> Nach Absprache mit den Dozenten. Das Seminar muss in Zusammenhang mit der Vorlesung Theorie der fundamentalen Wechselwirkungen belegt werden		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Peskin, Schröder, <i>Quantum Field Theory</i>, Westview Press</li> <li> Wess, Bagger, <i>Supersymmetry and Supergravity</i>, Princeton University Press</li> <li> Galperin, Ivanov, Ogievetsky, Sokatchev, <i>Harmonic Superspace</i>, Cambridge University Press</li> <li> Green, Schwarz, Witten, <i>Superstring Theory</i>, Cambridge University Press</li> <li> und aktuelle Forschungspublikationen</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortgeschrittene Quantentheorie</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Seminar</li> </ul>		

<b>Ergänzungen zur klassischen Physik</b>		
<b>SWS</b> 3+1	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Institut für Theoretische Physik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter – oder Sommersemester		
<p><b>Inhalt:</b></p> <p>Ausgewählte Bereiche der klassischen Physik nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten, z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Relativitätstheorie:</u> Minkowski-Raum, Lorentzgruppe, Darstellungen der Lorentzgruppe, Relativistische Teilchen, Ankopplung des elektromagnetischen Feldes, Liénard-Wiechert Potentiale, Schwarzschild-Metrik, Tests der Allgemeinen Relativitätstheorie im Sonnensystem, Thirring-Lense-Effekt, Lichtablenkung, Einstein-Hilbert-Wirkung, kovariante Energie-Impuls-Erhaltung, Gravitationswellen: Erzeugung und Nachweis, Kosmologie</li> <li>• <u>Eichtheorien:</u> Parallelverschiebung, kovariante Ableitung, Feldstärken, Holonomie-Gruppe, Bianchi-Identitäten, Wirkungsprinzip, Noetheridentitäten, Algebraisches Poincaré-Lemma, Standard-Modell der fundamentalen Wechselwirkungen, Monopole, spontane Symmetriebrechung, BRS-Symmetrie, Anomalien</li> <li>• <u>Integrierte und chaotische Bewegung:</u> Hamiltonsche Bewegungsgleichungen, kanonische Transformationen, Poincarés Integralinvarianten, Wirkungs-Winkel-Variable, Störungstheorie, Kolmogorov-Arnol'd-Moser Theorem, Poincarés Wiederkehrabbildung, Birkhoffs Fixpunktsatz, Selbstähnlicher Hamiltonscher Fluss</li> </ul>		
<p><b>Grundlegende Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 B. F. Schutz, <i>A first course in general relativity</i>, Cambridge University Press</li> <li>📖 W. Rindler, <i>Relativity</i>, Oxford University Press</li> <li>📖 V. Mukhanov, <i>Physical Foundations of Cosmology</i>, Cambridge University Press</li> <li>📖 L. O’Raifeartaigh, <i>Group Structure of Gauge Theories</i>, Cambridge University Press</li> <li>📖 V. Arnol’d, <i>Mathematical Methods of Classical Mechanics</i>, Springer</li> <li>📖 A. J. Lichtenberg and M. A. Liebermann, <i>Regular and Stochastic Motion</i>, Springer</li> <li>📖 J. Moser, <i>Stable and Random Motion in Dynamical Systems</i>, Princeton University Press</li> </ul>		
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analytische Mechanik und Spezielle Relativitätstheorie</li> </ul>		
<p><b>Modulzugehörigkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Festkörperphysik in niedrigen Dimensionen</b>		
<b>SWS</b> 3+1	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Institut für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellung von Strukturen niedriger Dimension, Epitaxie</li> <li>• Elektronische Eigenschaften in 0 bis 2 Dimensionen</li> <li>• Auswirkungen der Korrelation von Elektronen</li> <li>• Resonante Bauelemente</li> <li>• Magnetische Eigenschaften</li> <li>• Eindimensionale Ketten: Dispersion, Instabilitäten, Defekte</li> <li>• Solitonen</li> <li>• Supraleitung in stark anisotropen Systemen</li> <li>• Ladungs- und Spindichtewellen</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Roth, Carroll, <i>One-dimensional metals</i>, VCH</li> <li> I. Markov, <i>Crystal growth for beginners</i>, World Scientific</li> <li> R. Waser, <i>Nanotechnology</i>, Wiley-VCH</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Festkörperphysik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Laborpraktikum zu Festkörperphysik in niedrigen Dimensionen</b>		
<b>SWS</b> 3	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Institut für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> Mögliche Experimente: Quantenhalleffekt, Epitaxie, Vakuumtechnik, Beugung langsamer Elektronen, Tunnelmikroskopie und –spektroskopie. Das Praktikum muss in Zusammenhang mit der Vorlesung Festkörperphysik in niedrigen Dimensionen belegt werden.		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Roth, Carroll, <i>One-dimensional metals</i>, VCH</li> <li> I. Markov, <i>Crystal growth for beginners</i>, World Scientific</li> <li> R. Waser, <i>Nanotechnology</i>, Wiley-VCH</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Festkörperphysik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Oberflächenphysik</b>		
<b>SWS</b> 3+1	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Institut für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur von Festkörperoberflächen und zugehörige Messmethoden</li> <li>• Elektronische Eigenschaften von Grenzflächen und zugehörige Messmethoden</li> <li>• Bindung von Atomen und Molekülen and Grenzflächen</li> <li>• einfache Reaktionskinetik</li> <li>• Strukturierung und Selbstorganisation</li> <li>• Defekte und deren physikalische Auswirkungen</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Zangwill, <i>Physics at Surfaces</i>, Cambridge University Press</li> <li>📖 M. Henzler, M. Göpel, <i>Oberflächenphysik des Festkörpers</i>, Teubner</li> <li>📖 F. Bechstedt, <i>Principles of surface physics</i>, Springer</li> <li>📖 Ph. Hoffmann, Wiley</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Festkörperphysik</li> <li>• Fortgeschrittene Festkörperphysik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Vom Atom zum Festkörper</b>		
<b>SWS</b> 3+1	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Institut für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellung von Strukturen niedriger Dimension, Epitaxie</li> <li>• Elektronische Eigenschaften in 0 bis 2 Dimensionen</li> <li>• Auswirkungen der Korrelation von Elektronen</li> <li>• Resonante Bauelemente</li> <li>• Magnetische Eigenschaften</li> <li>• Eindimensionale Ketten: Dispersion, Instabilitäten, Defekte</li> <li>• Solitonen</li> <li>• Supraleitung in stark anisotropen Systemen</li> <li>• Ladungs- und Spindichtewellen</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Roth, Carroll, <i>One-dimensional metals</i>, VCH</li> <li> R. Waser, <i>Nanotechnology</i>, Wiley-VCH</li> <li> Bovensiepen, Wolf</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Festkörperphysik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Nanoelektronik</li> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> </ul>		

<b>Seminar zu Vom Atom zum Festkörper</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Institut für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> Nach Absprache mit den Dozenten. Das Seminar muss in Zusammenhang mit der Vorlesung Vom Atom zum Festkörper belegt werden.		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Roth, Carroll, <i>One-dimensional metals</i>, VCH</li> <li> I. Markov, <i>Crystal growth for beginners</i>, World Scientific</li> <li> R. Waser, <i>Nanotechnology</i>, Wiley-VCH</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Festkörperphysik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Nanoelektronik</li> <li>• Seminar</li> </ul>		

<b>Halbleiterphysik</b>		
<b>SWS</b> 2+1	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Institut für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energiebänder</li> <li>• Elektrischer Transport</li> <li>• Defekte</li> <li>• Optische Eigenschaften</li> <li>• Quantenconfinement</li> <li>• p-n-Übergänge, bipolare Transistoren</li> <li>• Feldeffekttransistoren</li> <li>• Herstellungstechniken</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> P.Y. Yu, M. Cardona, <i>Fundamentals of Semiconductors</i>, Springer</li> <li> S.M. Sze, <i>Semiconductor devices, Physics and Technology</i>, Wiley, New York</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Festkörperphysik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Nanoelektronik</li> </ul>		

<b>Halbleitermesstechnik in der Photovoltaik</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Institut für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<p><b>Inhalt:</b> In der Vorlesung wird der Herstellungsprozess einer kristallinen Siliziumsolarzelle vom Siliziumblock bis zur Solarzelle betrachtet. Die jeweiligen Analyseverfahren zur Beurteilung der einzelnen Prozesse werden vorgestellt und erklärt. Dieses sind insbesondere Analyseverfahren zur:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Material Charakterisierung: Leitfähigkeit, Ladungsträgerdichte, Ladungsträgerlebensdauer (Photolumineszenz, Photoleitfähigkeit, Thermografie), Defekte (Deep Level Transient Spectroscopy, Ladungsträgerlebensdauerspektroskopie, Infrarot-Spektroskopie), Kristallorientierung (Electron Back Scattering Diffraction)</li> <li>• Prozess Charakterisierung: Dotierprofile (Electrochemical Capacitance Voltage Profiling), Textur (Rasterelektronenmikroskopie, Reflexion), Ladungsträgerlebensdauer (Photolumineszenz, Photoleitfähigkeit, Thermografie), Schichtdicke und Brechungsindex (Ellipsometrie, Infrarot-Spektroskopie)</li> <li>• Solarzellen Charakterisierung: Strom-Spannungs-Kennlinie, Quanteneffizien, Reflexion, Shuntanalyse (Thermografie), Serienwiderstand (Transmission Line Method, Photolumineszenz)</li> </ul>		
<p><b>Grundlegende Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 <i>D.K. Schroder</i>, Semiconductor Material and Device Characterization (2<sup>nd</sup> ed.), Wiley (1998)</li> <li>📖 <i>S. M. Sze</i>, Semiconductor Devices: Physics and Technology, Wiley (1985)</li> <li>📖 <i>Bergmann, Schaefer</i>, Lehrbuch der Experimentalphysik Bd. 6: Festkörper, de Gruyter (1992)</li> </ul>		
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Festkörperphysik</li> <li>• Halbleiterphysik</li> <li>• Physik der Solarzelle</li> </ul>		
<p><b>Modulzugehörigkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Nanoelektronik</li> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> </ul>		

<b>Rastersondentechnik</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Institut für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rastertunnelmikroskopie</li> <li>• Zustandsdichten und Transmissionswahrscheinlichkeiten</li> <li>• Rastertunnelspektroskopie</li> <li>• Kraftmikroskopie</li> <li>• auftretende Kräfte an Oberflächen</li> <li>• Detektion lokaler elektrischer und magnetischer Felder,</li> <li>• Reibungsbilder</li> <li>• Rasterelektronenmikroskopie</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> E. Meyer; H. J. Hug, R. Bennewitz, <i>Scanning probe microscopy : the lab on a Tapp</i>, Springer</li> <li> B. Bushan, <i>Applied scanning probe methods</i>, Springer</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Festkörperphysik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Nanoelektronik</li> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> </ul>		

<b>Molekulare Elektronik</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Institut für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau von Molekülen und elektronische Struktur</li> <li>• Molekulare Kristalle</li> <li>• Organische Filme, Dotierung, elektronischer Transport</li> <li>• Moleküle auf Oberflächen</li> <li>• Kontaktierung von Molekülen</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 J. Tour, <i>Molecular electronics</i>, World scientific 2002</li> <li>📖 Organische Festkörper, Schwoerer, Wolf, Wiley</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Festkörperphysik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Nanoelektronik</li> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> </ul>		

<b>Methoden der Oberflächenanalytik</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Institut für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vakuumtechnik und Probenpräparation</li> <li>• Methoden der chemischen Analyse: XPS, UPS, AES, EELS, ISS, TDS, ESD</li> <li>• Bestimmung der geometrischen Struktur: STM, AFM, FIM, LEED, SEM</li> <li>• Analyse der Elektronenstruktur: UPS, XPS, IPES, NEXAFS</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> D.P. Woodruff, T.A. Delchar, <i>Modern Techniques of Surface Science</i>, Cambridge University Press</li> <li> H. Bubert , H. Jenett, <i>Surface and Thin Film Analysis</i>, Wiley-VCH</li> <li> Springer Series in Surface Science</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Festkörperphysik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Nanoelektronik</li> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> </ul>		

<b>Laborpraktikum Methoden der Oberflächenanalytik</b>		
<b>SWS</b> 3	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Institut für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> Passende Versuche, z.B. mit XPS, UPS, LEED, EELS. Das Praktikum muss in Zusammenhang mit der Vorlesung Methoden der Oberflächenanalytik belegt werden.		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> D.P. Woodruff, T.A. Delchar, <i>Modern Techniques of Surface Science</i>, Cambridge University Press</li> <li> H. Bubert, H. Jenett, <i>Surface and Thin Film Analysis</i>, Wiley-VCH</li> <li> Springer Series in Surface Science</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Festkörperphysik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Nanoelektronik</li> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> </ul>		

<b>Physik der Nanostrukturen</b>		
<b>SWS</b> 2+1	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Institut für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> nicht regelmäßig		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen Nanostrukturen</li> <li>• Moderne ein- und zweidimensionale Strukturen</li> <li>• Spektroskopiemethoden</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•  Wird in der Vorlesung bekannt gegeben</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Festkörperphysik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Nanoelektronik</li> </ul>		

<b>Optische Spektroskopie von Festkörpern</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Institut für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurzpulslaser</li> <li>• Licht-Materie-Wechselwirkung</li> <li>• Pump-Abfrage Techniken</li> <li>• Zeitaufgelöste Photolumineszenz</li> <li>• Polarisation (Jones-Matrix, Stokes-Vektor)</li> <li>• Halbleiteroptik</li> <li>• Physikalische Grenzen der Zeitauflösung und Messempfindlichkeit</li> <li>• Rauschen als Messgröße</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Jean-Claude Diels, Wolfgang Rudolph, „<i>Ultrashort Laser Pulse Phenomena</i>“, Academic Press</li> <li>📖 C. Klingshirn, „<i>Semiconductor Optics</i>“ <i>Second Edition</i>, Springer</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Festkörperphysik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderne Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Nanoelektronik</li> </ul>		

<b>Quantenstrukturbauelemente</b>		
<b>SWS</b> 3+1	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Institut für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quanteneffekte in Halbleiterstrukturen</li> <li>• Physik zweidimensionaler Elektrongase</li> <li>• Quantendrähte</li> <li>• Quantenpunkte</li> <li>• Kohärenz- und Wechselwirkungseffekte</li> <li>• Einzelelektronentunneltransistor</li> <li>• Quantencomputing</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 C. Weisbuch, B. Vinter, <i>Quantum Semiconductor Structures</i>, Academic Pr Inc</li> <li>📖 S.M. Sze, <i>Semiconductor Devices: Physics and Technology</i>, Wiley</li> <li>📖 M.J. Kelly, <i>Low-Dimensional Semiconductors: Materials, Physics, Technology, Devices</i>, Oxford University Press</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Festkörperphysik</li> <li>• Fortgeschrittene Festkörperphysik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Nanoelektronik</li> <li>• Quantenstrukturbauelemente (Pflichtbereich Master Nanotechnologie)</li> </ul>		

<b>Physik der Solarzelle</b>		
<b>SWS</b> 2+2	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Verantwortung</b> Institut für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Halbleitergrundlagen</li> <li>• Optische Eigenschaften von Halbleitern</li> <li>• Transport von Elektronen und Löchern</li> <li>• Mechanismen der Ladungsträger-Rekombination</li> <li>• Herstellungsverfahren für Solarzellen</li> <li>• Charakterisierungsmethoden für Solarzellen</li> <li>• Möglichkeiten und Grenzen der Wirkungsgradverbesserung</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 P. Würfel, „<i>Physik der Solarzellen</i>“ (Spektrum Akademischer Verlag, 2000).</li> <li>📖 A. Goetzberger, B. Voß, J. Knobloch, „<i>Sonnenenergie: Photovoltaik</i>“ (Teubner 1994).</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Festkörperphysik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Nanoelektronik</li> <li>• Wahlveranstaltung im Masterstudiengang Nanotechnologie</li> </ul>		

<b>Laborpraktikum Fortgeschrittene Solarenergieforschung</b>		
<b>SWS</b> 3	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Institut für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In Laborübungen stellen die Studenten einfache Halbleiter-Teststrukturen her (z.B. wird eine p-Typ Si-Probe mit einem ohmschen und einem MIS-Kontakt durch thermisches Aufdampfen versehen)</li> <li>• Teststrukturen werden mit für Solarzellen üblichen Messmethoden charakterisiert (z.B. Strom-Spannungskennlinien bei variabler Temperatur und verschiedenen Beleuchtungsstärken; spektral aufgelöste Quanteneffizienz; Ladungsträger-Lebensdauer; spektral aufgelöste optische Reflexion)</li> <li>• Rekombinationsparameter werden aus Experimenten durch Vergleich mit Modellrechnungen bestimmt.</li> <li>• Fehlerrechnung führt zur Abschätzung der Genauigkeit der Parameterextraktion.</li> <li>• In einem Seminarvortrag werden von den Studenten einzelne Aspekte der Laborübungen theoretisch vertieft.</li> <li>• Im Vortrag werden auch experimentelle Ergebnisse aus dem Laborpraktikum präsentiert.</li> <li>• Der Vortrag kann in englischer Sprache gehalten werden.</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 D. K. Schroder, <i>“Semiconductor Material and Device Characterization”</i>, 2nd Edition (Wiley, 1998).</li> <li>📖 Fahrenbruch, R. Bube: <i>“Fundamentals of Solar Cells”</i> (Academic Press, 1983).</li> <li>📖 M. A. Green, <i>“High Efficiency Silicon Solar Cells”</i> (Trans Tech Publications, 1987).</li> <li>📖 R. Brendel, <i>“Thin-Film Crystalline Silicon Solar Cells - Physics and Technology”</i>, (Wiley-VCH, 2003)</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Festkörperphysik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Nanoelektronik</li> </ul>		

<b>Seminar zu Fortgeschrittene Solarenergieforschung</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Institut für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In einem Seminarvortrag werden von den Studenten einzelne Aspekte der Laborübungen theoretisch vertieft.</li> <li>• Im Vortrag werden auch experimentelle Ergebnisse aus dem Laborpraktikum präsentiert.</li> <li>• Der Vortrag kann in englischer Sprache gehalten werden.</li> </ul> <p>Das Seminar muss in Zusammenhang mit den Laborpraktikum Fortgeschrittene Solarenergieforschung belegt werden.</p>		
<p><b>Grundlegende Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 D. K. Schroder, <i>“Semiconductor Material and Device Characterization”</i>, 2nd Edition (Wiley, 1998).</li> <li>📖 Fahrenbruch, R. Bube: <i>“Fundamentals of Solar Cells”</i> (Academic Press, 1983).</li> <li>📖 M. A. Green, <i>“High Efficiency Silicon Solar Cells”</i> (Trans Tech Publications, 1987).</li> <li>📖 R. Brendel, <i>“Thin-Film Crystalline Silicon Solar Cells - Physics and Technology”</i>, (Wiley-VCH, 2003)</li> </ul>		
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Festkörperphysik</li> </ul>		
<p><b>Modulzugehörigkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Nanoelektronik</li> <li>• Seminar</li> </ul>		

<b>Laborpraktikum Festkörperphysik</b>		
<b>SWS</b> 6	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Verantwortung</b> Institut für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter- und Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantenhalleffekt</li> <li>• Epitaxie</li> <li>• Vakuumtechnik</li> <li>• Bindungszustände an Oberflächen und Grenzflächen</li> <li>• Beugungsverfahren mit Röntgenstrahlen und langsamen Elektronen</li> <li>• Tunnelmikroskopie und –spektroskopie</li> <li>• Nanostrukturierung, Elektronenstrahlithographie</li> <li>• Elektronenmikroskopie</li> <li>• Resonantes Tunneln</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> wird im Praktikum angegeben		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Festkörperphysik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Nanoelektronik</li> </ul>		

<b>Seminar Aktuelle Forschungsthemen der Festkörperphysik</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Institut für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> Problemstellungen der aktuellen Forschung, z.B. aus den Themenfeldern: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ultradünne metallische Schichten</li> <li>• Phasenübergänge in zwei Dimensionen</li> <li>• Molekulare Elektronik</li> <li>• Defektanalyse an Siliziumwafern</li> <li>• Isolatorepitaxie</li> <li>• Nanostrukturierte Metall/Isolator-Systeme</li> <li>• Elektronenstrahlolithographie und optische Lithographie</li> <li>• Strukturierung von Halbleiterbauelementen mit einem Rasterkraftmikroskop</li> <li>• Resonantes Tunneln durch InAs Quantenpunkte</li> <li>• Hochfrequenzexperimente im Quanten-Hall-Effekt</li> <li>• Elektron-Phonon-Wechselwirkung in Quanten-Hall-Systemen</li> <li>• Transportexperimente in Si/SiGe-Heterostrukturen</li> <li>• Rauschen in niedrigdimensionalen Elektronensystemen</li> <li>• Spinelektronik in Halbleitern</li> <li>• Optik im Quanten-Hall-Regime</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> wird zum jeweiligen Thema benannt		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortgeschrittene Festkörperphysik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminar</li> </ul>		

<b>Nichtlineare Optik</b>		
<b>SWS</b> 3+1	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Institut für Quantenoptik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichtlineare optische Suszeptibilität</li> <li>• Kristalloptik, Tensoroptik</li> <li>• Wellengleichung mit nichtlinearen Quelltermen</li> <li>• Frequenzverdopplung, Summen-, Differenzfrequenzerzeugung</li> <li>• Optisch parametrischer Verstärker, Oszillator</li> <li>• Phasenanpassungs-Schemata, Quasiphasenanpassung</li> <li>• Elektro-optischer Effekt</li> <li>• Elektro-akustischer Modulator</li> <li>• Frequenzverdreifachung, Kerr-Effekt, Selbstphasenmodulation, Selbstfokussierung</li> <li>• Raman-, Brillouinstreuung, Vierwellenmischung</li> <li>• Nichtlineare Propagation, Solitonen</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Agrawal, <i>Nonlinear Fiber optics</i>, Academic Press</li> <li> Boyd, <i>Nonlinear Optics</i>, Academic Press</li> <li> Shen, <i>Nonlinear Optics</i>, Wiley-Interscience</li> <li> Dmitriev, <i>Handbook of nonlinear crystals</i>, Springer</li> <li> Originalliteratur</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atom- und Molekülphysik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Photonik</li> </ul>		

<b>Photonik</b>		
<b>SWS</b> 2+1	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Institut für Quantenoptik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wellen in Materie</li> <li>• Dielektrische Wellenleiter (planar, Glasfaser), integrierte Wellenleiter</li> <li>• Photonische Kristalle</li> <li>• Wellenleiter – Moden</li> <li>• Nichtlineare Faseroptik</li> <li>• Faseroptische Komponenten (Zirkulatoren, AWG, Fiber-Bragg-Gratings, Modulatoren)</li> <li>• Faserlaser</li> <li>• Laserdioden, Photodetektoren</li> <li>• Optische Nachrichtentechnik (RZ, NRZ, WDM/TDM)</li> <li>• Netzwerke</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Reider, <i>Photonik</i>, Springer</li> <li> Menzel, <i>Photonik</i>, Springer</li> <li> Agrawal, <i>Nonlinear Fiber optics</i>, Academic Press</li> <li> Originalliteratur</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kohärente Optik</li> <li>• Nichtlineare Optik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Photonik</li> </ul>		

<b>Seminar zu Photonik</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Institut für Quantenoptik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> Nach Absprache mit den Dozenten. Das Seminar muss in Zusammenhang mit der Vorlesung Photonik belegt werden.		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Reider, <i>Photonik</i>, Springer</li> <li> Menzel, <i>Photonik</i>, Springer</li> <li> Agrawal, <i>Nonlinear Fiber optics</i>, Academic Press</li> <li> Originalliteratur</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kohärente Optik</li> <li>• Nichtlineare Optik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Photonik</li> <li>• Seminar</li> <li>• Seminar zu Photonik (Wahlbereich Master Nanotechnologie)</li> </ul>		

<b>Atomoptik</b>		
<b>SWS</b> 2+1	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Institut für Quantenoptik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atom-Licht Wechselwirkung</li> <li>• Strahlungsdruckkräfte</li> <li>• Atom- und Ionenfallen</li> <li>• Kühlung durch Evaporation</li> <li>• Bose-Einstein-Kondensation</li> <li>• Ultrakalte Fermi-Gase</li> <li>• Experimente mit ultrakalten und entarteten Quantengasen</li> <li>• Atome in optischen periodischen Gittern</li> <li>• ATOMICS und moderne Experimente zur Atomoptik</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> B. Bransden, C. Joachain, <i>Physics of Atoms and Molecules</i>, Longman 1983</li> <li> R. Loudon, <i>The Quantum Theory of Light</i>, OUP, 1973</li> <li> Aktuelle Publikationen</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atom- und Molekülphysik</li> <li>• Quantenoptik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Photonik</li> </ul>		

<b>Laborpraktikum Optik</b>		
<b>SWS</b> 6 (Praktikum)	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Verantwortung</b> Institut für Quantenoptik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter- und Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resonante Leistungsüberhöhung („Power-Recycling“)</li> <li>• Interferometrische Gasdichtebestimmung</li> <li>• Magnetooptische Falle</li> <li>• Faserlaser</li> <li>• Dielektrische Schichten für die Optik</li> <li>• Sättigungsspektroskopie mit Diodenlaser</li> <li>• optische Pinzette</li> <li>• Ultrakurzpulslaser</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> wird im Praktikum angegeben		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kohärente Optik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Data Analysis</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Institut für Gravitationsphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Detektoren (Interferometer und „resonant mass“-Detektoren)</li><li>• Datenanalyse</li><li>• Templates</li><li>• Vetos</li></ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> wird in der Vorlesung bekannt gegeben.		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Grundlagen der Speziellen Relativitätstheorie</li><li>• Kohärente Optik</li></ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li></ul>		

<b>Neutron Stars and Black Holes</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Institut für Gravitationsphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quellen und Ausbreitung von Gravitationswellen</li> <li>• Neutronensterne und Schwarze Löcher</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> wird in der Vorlesung bekannt gegeben.		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Speziellen Relativitätstheorie</li> <li>• Kohärente Optik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Seminar Gravitationswellen</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Institut für Gravitationsphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> Nach Absprache mit den Dozenten		
<b>Grundlegende Literatur:</b> wird in den Vorlesungen und dem Seminar bekannt gegeben.		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Grundlagen der Speziellen Relativitätstheorie</li><li>• Kohärente Optik</li></ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li></ul>		

<b>Seminar Gravitationsphysik</b>		
<b>SWS</b> 3	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Institut für Gravitationsphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester und Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Relativitätstheorie</li> <li>• Quellen von Gravitationswellen</li> <li>• Gravitationswellendetektoren</li> <li>• Astrophysik und Kosmologie</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> wird im Seminar bekannt gegeben.		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gravitationsphysik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Seminar</li> </ul>		

<b>Laserinterferometrie</b>		
<b>SWS</b> 3	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Institut für Gravitationsphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester oder Wintersemester (unregelmäßig)		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Michelson-, Mach-Zehnder-, und Fary-Perot Interferometer, thermisches Rauschen, ...)</li> <li>• Mechanische Güten von aufgehängten Optiken</li> <li>• Michelson-, Mach-Zehnder- und Fary-Perot Interferometer</li> <li>• Anwendungen zur Messung von Gravitationswellen und des Erdschwerefeldes</li> <li>• Beschreibung Gauss'scher Strahlen und höherer Moden</li> <li>• Transformation Gauss'scher Strahlen</li> <li>• Auslesemethoden: interne, externe und Schnuppmodulation; Pound-Drever-Hall Verfahren</li> <li>• Polarisierung</li> <li>• Transferfunktionen und Regelkreise</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Saulson, <i>Fundamentals of Interferometric GW detectors</i>, World Scientific Pub Co Inc</li> <li> Siegman: Lasers</li> <li> Yariv: Quantum Electronics r</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Optik, Komplexe lineare Algebra		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Photonik</li> </ul>		

<b>Laborpraktikum Laserinterferometrie</b>		
<b>SWS</b> 4	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Institut für Gravitationsphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester oder Wintersemester (unregelmäßig)		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Michelson-, Mach-Zehnder-, Sagnac-, Polarisationsinterferometer,</li> <li>• "Power-u. Signalrecycling", "Resonant Sideband Extraction", „Delaylines“</li> <li>• Modulationsfelder, Schnuppmodulation, externe Modulation</li> <li>• Homodyn und Heterodyndetektion</li> <li>• Spektrale Rauschdichte</li> <li>• Interferometerrauschen und Empfindlichkeit (Quanten-, thermisches Rauschen, ...)</li> <li>• Mechanische Güten von aufgehängten Optiken</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Saulson, <i>Fundamentals of Interferometric GW detectors</i>, World Scientific Pub Co Inc</li> <li> Originalliteratur</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kohärente Optik</li> <li>• Nichtlineare Optik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Photonik</li> </ul>		

<b>Laserstabilisierung und Kontrolle optischer Experimente</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Institut für Gravitationsphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester / Wintersemester (unregelmäßig)		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laser und die Ursache von Leistungs-, Frequenz- und Strahlgefunktuationen</li> <li>• Grundlagen der Regelungstechnik</li> <li>• Längenkontrolle von Interferometern und optischen Resonatoren</li> <li>• Detektion von Frequenzfluktuationen und deren Unterdrückung</li> <li>• Detektion von Leistungsfluktuationen und deren Unterdrückung</li> <li>• Strahlgefunktuationen</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Siegman, <i>Lasers</i>, University Science Books</li> <li> Yarif, <i>Optical Electronics in Modern Communications</i>, Oxford University Press</li> <li> Abramovici, <i>Chapsky</i>, Feedback Control Systems</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kohärente Optik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Photonik</li> </ul>		

<b>Laborpraktikum Cluster Computing</b>	
<b>Verantwortung</b> Institut für Gravitationsphysik	
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester und Wintersemester	
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• basics of matched filtering search method</li><li>• template banks and different search algorithms</li><li>• mismatch statistic and roc curves</li><li>• handle cluster resources using HTCondor</li><li>• computation time versus sensitivity of the analysis</li></ul>	
<b>Grundlegende Literatur:</b>  Wird im Praktikum angegeben	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Erfahrung mit Linux</li></ul>	
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Moderne Aspekte der Physik</li><li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li></ul>	

<b>Nichtklassisches Licht</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Institut für Gravitationsphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester, (unregelmäßig)		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassische und nichtklassische Zustände des Licht</li> <li>• Kriterien für „Nichtklassizität“</li> <li>• Detektion und Erzeugung von Fock-Zuständen</li> <li>• Detektion und Erzeugung von gequetschtem Licht</li> <li>• Quantenzustandstomographie</li> <li>• EPR-verschränktes (zwei-Moden gequetschtes) Licht</li> <li>• Optischer Test der Nichtlokalität</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 C.C. Gerry und P.L. Knight, <i>Introductory Quantum Optics</i>, University Press, Cambridge (2005).</li> <li>📖 H.-A. Bachor und T.C. Ralph, <i>A guide to experiments in quantum optics</i>, Wiley, 2nd edition (2003).</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kohärente Optik</li> <li>• Quantenoptik</li> <li>• Nichtlineare Optik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Photonik</li> </ul>		

<b>Nichtklassische Laserinterferometrie</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Institut für Gravitationsphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester (unregelmäßig)		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schrotrauschen und Strahlungsdruckrauschen im Interferometer</li> <li>• Quadraturoperatoren und „Input-output“-Relationen von Interferometern</li> <li>• Das Standard Quantenlimit der Positionsmessung</li> <li>• „Quantum-Nondemolition“ Techniken</li> <li>• Interferometer mit gequetschtem Licht und anderen nichtklassischen Zuständen des Lichts</li> <li>• Opto-mechanische Kopplung und optische Federn</li> <li>• Quantenzustände mechanischer Oszillatoren</li> <li>• Kühlung mechanischer Oszillatoren in ihren quantenmechanischen Grundzustand</li> <li>• Verschränkung von Spiegeln und Licht</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Saulson, <i>Fundamentals of Interferometric GW detectors</i>, World Scientific Pub Co Inc</li> <li> Originalliteratur</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kohärente Optik</li> <li>• Nichtlineare Optik</li> <li>• Nichtklassisches Licht</li> <li>• Quantenoptik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Photonik</li> </ul>		



<b>Kernphysikalische und kernchemische Grundlagen des Strahlenschutzes und der Radioökologie</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Institut für Radioökologie und Strahlenschutz
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b>  Ausgehend von Eigenschaften der Atomkerne werden die sie beschreibenden Kernmodelle eingeführt. Phänomenologie des radioaktiven Zerfalls und Theorien zur Beschreibung von alpha, beta und gamma Zerfall. Einführung in die Neutronenphysik, Kernreaktionen, Spaltung, Fusion. Erzeugung überschwerer Elemente. Zum Verständnis von Dosimetrie der Strahlenexposition werden Wechselwirkungen von Strahlung mit Materie, Strahlenmessverfahren und das Verhalten radioaktiver Kerne in biologischen und ökologischen Systemen behandelt. Voraussetzung für den Erwerb der Fachkunde nach StrlSchV Fachkundegruppe S4.1 im MSc Studiengang Analytische Chemie		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Kratz, Lieser <i>Nuclear and radiochemistry : fundamentals and applications / Vol. 1&amp; 2</i>, Ausgabe: 3., rev. ed. Weinheim : Wiley-VCH, 2013</li> <li>📖 Choppin, Rydberg, Liljenzin, <i>Radiochemistry and Nuclear Chemistry</i>, Butterworth Heinemann, Oxford, 1995</li> <li>📖 Marmier, Sheldon, <i>Physics of Nuclei and Particles</i>, 2 volumes, Academic Press, New York, 1970</li> <li>📖 Mayer-Kuckuk, <i>Kernphysik</i> (6. Aufl.) Teubner, Stuttgart, 1994</li> <li>📖 Knoll, <i>Radiation detection and measurement</i>, J. Wiley &amp; Sons, New York, 2000</li> <li>📖 Vogt, <i>Grundzüge des praktischen Strahlenschutzes</i> 6. Auflage 2011, Hanser Verlag</li> <li>📖 <a href="http://www.nucleonica.com/">http://www.nucleonica.com/</a> : Karlsruhe Chart of Nuclides</li> <li>📖 Strahlenschutzverordnung vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714; 2002 I S. 1459), zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz7 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212)</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanik und Relativität</li> <li>• Elektrizität</li> <li>• Optik, Atomphysik, Quantenphänomene</li> <li>• Moleküle, Kerne, Teilchen, Statistik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Kernenergie und Brennstoffkreislauf, technische Aspekte und gesellschaftlicher Diskurs</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Institut für Radioökologie und Strahlenschutz
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<p><b>Inhalt:</b></p> <p>Trotz oder gerade wegen des Ausstiegs aus der Kernenergienutzung in Deutschland, ist dieses Thema weiterhin Gegenstand der gesellschaftlichen Diskussion. In dieser Veranstaltung werden die technischen Grundlagen von Kernenergienutzung, von der Urangewinnung über die Funktionsweise heutiger und zukünftiger Reaktoren bis zur Entsorgung abgebrannten Kernbrennstoffs behandelt. Neben den technischen Aspekten wird begleitend die Problematik aus sozialwissenschaftlichen/ethischen und rechtlichen Gesichtspunkten erläutert und diskutiert (eigene Meinung erwünscht!)</p>		
<p><b>Grundlegende Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> Streffer, <i>Radioactive Waste</i>, Springer</li> <li> Michaelis, <i>Handbuch Kernenergie</i></li> <li> Heinloth, <i>Die Energiefrage</i>, Vieweg</li> <li> Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben</li> </ul>		
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Von Vorteil: Vorlesung "Kernphysikalische und kernchemische Grundlagen des Strahlenschutzes und der Radioökologie" (Kann parallel gehört werden)</li> <li>• Mechanik und Relativität</li> <li>• Elektrodynamik</li> <li>• Moleküle, Kerne, Teilchen, Statistik</li> </ul>		
<p><b>Modulzugehörigkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Radioaktivität in der Umwelt und Strahlengefährdung des Menschen</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Institut für Radioökologie und Strahlenschutz
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<p><b>Inhalt:</b></p> <p>Die Vorlesung behandelt die Vorkommen natürlicher und künstlicher Radionuklide in der Umwelt, beschreibt die Pfade radioaktiver Stoffe durch die Umwelt zum Menschen und gibt eine Bewertung der resultierenden Strahlenexposition und der mit ihnen verbundenen Risiken. Im Einzelnen werden folgende Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• natürliche Strahlenexposition, erhöhte Strahlenexposition aus natürlichen Quellen,</li> <li>• Strahlenexposition beim bestimmungsgemäßen Betrieb und Rückbau kerntechnischer Anlagen,</li> <li>• Strahlenexposition bei Unfällen in der Kerntechnik: Windscale, Three Mile Island, Chernobyl, Kystym, Tokai Mura.</li> </ul>		
<p><b>Grundlegende Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Richard Rhodes, <i>The making of the Atomic Bomb</i></li> <li>📖 Warner, Kirchmann <i>Nuclear Test Explosions</i></li> <li>📖 Mosey, <i>Reactor Accidents Nuclear Engineering International Special Publications</i> (2006)</li> <li>📖 Shaw <i>Radioactivity in the terrestrial environment</i>, Elsevier, Amsterdam (2007)</li> <li>📖 Eisenbud, <i>Environmental Radioactivity</i></li> <li>📖 David Atwood, <i>Radionuclides in the Environment</i>, Wiley and Sons, 2010</li> <li>📖 Weitere Literatur in der Vorlesung (Originalveröffentlichungen und web links)</li> </ul>		
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung "Kernphysikalische und kernchemische Grundlagen des Strahlenschutzes und der Radioökologie"</li> </ul>		
<p><b>Modulzugehörigkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Strahlenschutz und Radioökologie</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Institut für Radioökologie und Strahlenschutz
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<p><b>Inhalt:</b></p> <p>Die Vorlesung behandelt ionisierende Strahlung, den radioaktiven Zerfall, die Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Strahlenmessverfahren, Dosimetrie, biologische Strahlenwirkungen, Einwirkung von radioaktiven Stoffen und ionisierender Strahlung auf den Menschen, Belastungspfade, radioökologische Modellierung der Wege radioaktiver Stoffe zum Menschen, natürliche Strahlenbelastung, zivilisatorische Strahlenbelastung, Abschätzung von Strahlenrisiken, Strahlendosis und Strahlenrisiko, Dosiswirkungsbeziehungen, Konzept der Kollektivdosis, Strahlenschutzgrundsätze, Festlegung von Dosiswerten, Strahlenschutzmaßnahmen gesetzliche Strahlenschutzregelungen, EURATOM Grundnormen, Grundsatzfragen des Strahlenschutz</p> <p>(mit der Möglichkeit zur Erwerbung der Fachkunde beim Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen nach StrlSchV)</p>		
<p><b>Grundlegende Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Vogt, <i>Grundzüge des praktischen Strahlenschutzes</i> 6. Auflage 2011, Hanser Verlag</li> <li>📖 Siehl, <i>Umweltradioaktivität</i>, Ernst &amp; Sohn Verlag Berlin (1996)</li> <li>📖 Ahrens, Pigeot <i>Handbook of Epidemiology</i>, Springer Berlin Heidelberg New York (2205)</li> <li>📖 <i>Strahlenschutzverordnung</i> vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714; 2002 I S. 1459), zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz 7 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212)</li> <li>📖 Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 47 Strahlenschutzverordnung: <i>Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus Anlagen oder Einrichtungen</i>, Drucksache 88/12 15.02.12</li> </ul> <p>Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben</p>		
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></p> <p>Notwendige Voraussetzung: Vorlesung "Kernphysikalische und kernchemische Grundlagen des Strahlenschutzes und der Radioökologie"</p>		
<p><b>Modulzugehörigkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Laborpraktikum Strahlenschutz</b>		
<b>SWS</b> 6	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Verantwortung</b> Institut für Radioökologie und Strahlenschutz
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter- und Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phänomenologie des radioaktiven Zerfalls</li> <li>• Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Abstandsquadratgesetz, Schwächung beim Durchgang durch Materie</li> <li>• Strahlenmessverfahren für Alpha-, Beta- und Gamma- Strahlung</li> <li>• Charakterisierung von Proportionalzählrohr und Geiger Müller Zählrohr</li> <li>• Bestimmung von Totzeiteffekten</li> <li>• Messung kurzlebiger Töchter der Uran Zerfallsreihe</li> <li>• Neutronenphysik, Schwächung, Messverfahren (fakultativ für MEd, FüBa)</li> <li>• Neutronenaktivierung (fakultativ für MEd, FüBa)</li> <li>• Reinstgermanium Detektor</li> <li>• Dosimetrie von Strahlenexpositionen</li> <li>• Messung von natürlicher Radioaktivität (fakultativ für MSc, BSc)</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Skriptum „Radioaktivität und Dosimetrie“</li> <li>📖 Kratz, Lieser Nuclear and radiochemistry : fundamentals and applications / Vol. 1&amp; 2, Ausgabe: 3., rev. ed. Weinheim : Wiley-VCH, 2013</li> <li>📖 Vogt <i>Grundzüge des praktischen Strahlenschutzes</i>, 6. Aufl., Hanser Verlag 2011,</li> <li>📖 Choppin, Rydberg, Liljenzin, <i>Radiochemistry and Nuclear Chemistry</i>, Butterworth Heinemann, Oxford, 1995</li> <li>📖 Marmier, Sheldon, <i>Physics of Nuclei and Particles</i>, 2 volumes, Academic Press, New York, 1970</li> <li>📖 Mayer-Kuckuk, <i>Kernphysik</i> (6. Aufl.) Teubner, Stuttgart, 1994</li> <li>📖 Knoll, <i>Radiation detection and measurement</i>, J. Wiley &amp; Sons, New York, 2000</li> <li>📖 Gilmore, <i>Practical Gamma Ray Spectrometry</i> Wiley, &amp; Sons, New York 2008</li> <li>📖 <a href="http://www.nucleonica.com/">Http://www.nucleonica.com/</a> : Karlsruhe Chart of Nuclides</li> <li>📖 Strahlenschutzverordnung vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714; 2002 I S. 1459), zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz7 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212)</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Notwendige Voraussetzung Vorlesung “Kernphysikalische und kernchemische Grundlagen des Strahlenschutzes und der Radioökologie” (Kann parallel gehört werden)</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Nukleare Analysemethoden in der Radioanalytik</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Institut für Radioökologie und Strahlenschutz
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b>  Grundlagen der Analytik von radioaktiven Stoffen und Analytik mittels radioaktiver Stoffe. Messung von Strahlungsfeldern, Wechselwirkung Strahlung / Materie, Festkörperkernspurdetektor, Alpha, Beta, Gamma Detektion, Neutronendetektion, Neutronenaktivierung, Laser-basierte Detektions- und Speziationsmethoden, Produktion und Charakterisierung superschwerer Elemente, Einsatz von Tracertechniken, Isotopenverdünnungsanalyse, Kernspektrometrie, Röntgenbasierte Analysetechniken, Mössbauer Spektroskopie, Kernspinresonanz Spektroskopie, Beschleuniger-Massenspektrometrie, Statistik, Nachweis- und Erkennungsgrenzen, Qualitätssicherung, DIN ISO 11929		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Kratz, Lieser <i>Nuclear and radiochemistry : fundamentals and applications / Vol. 1 &amp; 2</i>, Ausgabe: 3., rev. ed. Weinheim : Wiley-VCH, 2013</li> <li>📖 Vogt, Schultz: <i>Grundzüge des praktischen Strahlenschutzes</i>, 6. Aufl., Hanser Verlag München 2011,</li> <li>📖 Choppin, Rydberg, Liljenzin, <i>Radiochemistry and Nuclear Chemistry</i>, Butterworth Heinemann, Oxford, 1995</li> <li>📖 Marmier, Sheldon, <i>Physics of Nuclei and Particles</i>, 2 vol., Academic Press, New York, 1970</li> <li>📖 Mayer-Kuckuk, <i>Kernphysik</i> (6. Aufl.) Teubner, Stuttgart, 1994</li> <li>📖 Knoll, <i>Radiation detection and measurement</i>, J. Wiley &amp; Sons, New York, 2000</li> <li>📖 Gordon Gilmore, <i>Practical Gamma Ray Spectrometry</i> Wiley, &amp; Sons, New York 2008</li> <li>📖 <a href="http://www.nucleonica.com/">Http://www.nucleonica.com/</a> : Karlsruhe Chart of Nuclides</li> <li>📖 Strahlenschutzverordnung vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714; 2002 I S. 1459), zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz7 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212)</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>  Vorlesung "Kernphysikalische und kernchemische Grundlagen des Strahlenschutzes und der Radioökologie" (Kann parallel gehört werden)		
<b>Modulzugehörigkeit:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Kernphysikalische Anwendungen in der Umweltphysik</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Institut für Radioökologie und Strahlenschutz
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<p><b>Inhalt:</b></p> <p>Die kernphysikalischen Grundlagen der stellaren Nukleosynthese und die Entstehung der Elemente in Brennprozessen in Sternen sowie Supernova Explosionen (r- und s-Prozess) werden behandelt.. Der Begriff der Isotopie wird eingeführt und physikalische und chemische Isotopie-Effekte besprochen. Sowohl natürliche Isotopie-Effekte als auch ihre technische Anwendung in der Isotopentrennung werden behandelt. Allgemein werden stabile und radioaktive Isotope als Tracer und Uhren in Geosphäre, Atmosphäre, Hydrosphäre, Pedosphäre und Biosphäre behandelt. Primäre, radiogene, kosmogene und nukleogene Anomalien der Isotopenhäufigkeiten werden vorgestellt im Hinblick auf Altersbestimmungen, z.B. das Alter der chemischen Elemente, die Formation des Sonnensystems und die Kollisionsgeschichte kleiner Körper im Sonnensystem. Die Kreisläufe von Elementen in der Umwelt werden mit Kompartimentmodellen behandelt und auf das Verhalten spezieller Nuklide wie H-3, Be-10, C-14, Cl-36 und I-129 in der Umwelt angewendet. Die physikalischen Grundlagen der Produktion kosmogener Nuklide in der Atmosphäre und ihre in-situ Produktion in der Erdoberfläche werden dargestellt. Stabile und radioaktive Isotope in den verschiedenen Umweltarchiven erlauben die Untersuchung der Entwicklung der allgemeinen Umweltbedingungen und anthropogener Veränderungen.</p>		
<p><b>Grundlegende Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Davis, <i>Meteorites, Comets and Planets</i></li> <li>📖 Siehl, <i>Umweltradioaktivität</i>, Ernst &amp; Sohn Verlag Berlin (1996)</li> <li>📖 Oberhummer, <i>Kerne und Sterne</i>, Barth Verlagsgesellschaft, Leipzig (1993)</li> <li>📖 Choppin, Rydberg, Liljenzin, <i>Radiochemistry and Nuclear Chemistry</i>, Butterworth Heinemann, Oxford, 1995</li> <li>📖 Marmier, Sheldon, <i>Physics of Nuclei and Particles</i>, 2 vol., Academic Press, New York, 1970</li> <li>📖 T. Mayer-Kuckuk, <i>Kernphysik</i> (6. Aufl.) Teubner, Stuttgart, 1994</li> <li>📖 G.F. Knoll, <i>Radiation detection and measurement</i>, J. Wiley &amp; Sons, New York, 2000</li> <li>📖 <a href="http://www.nucleonica.com/">Http://www.nucleonica.com/</a> : Karlsruhe Chart of Nuclides</li> </ul>		
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optik, Atomphysik, Quantenphänomene</li> <li>• Moleküle, Kerne, Teilchen, Statistik</li> <li>• Vorlesung "Kernphysikalische und kernchemische Grundlagen des Strahlenschutzes und der Radioökologie"</li> </ul>		
<p><b>Modulzugehörigkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Seminar/Praktikum Strahlenschutz und Radioökologie</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 3	<b>Verantwortung</b> Institut für Radioökologie und Strahlenschutz
<b>Regelmäßigkeit:</b> Winter- und Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> Nach Absprache mit den Dozenten		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  Wird passend zum jeweiligen Thema bereitgestellt		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesung "Kernphysikalische und kernchemische Grundlagen des Strahlenschutzes und der Radioökologie"</li></ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Moderne Aspekte der Physik</li><li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li></ul>		

<b>Einführung in die Teilchenphysik</b>		
<b>SWS</b> 3+1	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Institut für Theoretische Physik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentale Teilchen und ihre Wechselwirkungen</li> <li>• Symmetrien und Erhaltungssätze</li> <li>• Hadronen, Quarks, Partonen</li> <li>• QCD</li> <li>• elektromagnetische und schwache Wechselwirkungen und ihre Vereinigung</li> <li>• Standardmodell der Teilchenphysik</li> <li>• Beschleuniger und Detektoren</li> <li>• Neutrinophysik</li> <li>• Offene Fragen und Zukunftsprojekte der Teilchenphysik</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> F. Halzen und A.D. Martin, <i>Quarks and Leptons</i>, Wiley</li> <li> D.H. Perkins, <i>Introduction to High Energy Physics</i>, Cambridge University Press</li> <li> B.R. Martin and G. Shaw, <i>Particle Physics</i>, Wiley</li> <li> E. Lohrmann, <i>Hochenergiephysik</i>, Teubner Verlag</li> <li> C. Berger, <i>Elementarteilchenphysik</i>, Springer</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Elektronische Metrologie im Optiklabor</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Institut für Gravitationsphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester oder Wintersemester (unregelmäßig)		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektronik-Grundlagen: Kirchhoffsche Regeln, Impedanz, Phasorendiagramme</li> <li>• Operationsverstärker: Funktionsweise und Grundsaltungen</li> <li>• Schwingkreise und Filter (aktiv / passiv)</li> <li>• Spectrum Analyser und Network Analyser</li> <li>• Messung und Interpretation von Transferfunktionen</li> <li>• Grundlagen der Regelungstechnik</li> <li>• Photodetektion</li> <li>• Sensoren und Aktuatoren in optischen Experimenten</li> <li>• Rauschmessungen</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Horowitz &amp; Hill, <i>The Art of Electronics</i>, Cambridge University Press</li> <li>📖 Abramovici &amp; Chapsky, <i>Feedback Control Systems</i>, Kluwer Academic Publishers</li> <li>📖 Yariv, <i>Quantum Electronics</i>, Wiley</li> <li>📖 Originalliteratur</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kohärente Optik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Grundlagen der Lasermedizin und Biomedizinischen Optik</b>		
<b>Semesterlage</b>	Wintersemester	
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Alexander Heisterkamp, Holger Lubatschowski	
<b>Lehrveranstaltungen (SWS)</b>	<b>Grundlagen der Lasermedizin und Biophotonik</b>	
<b>Leistungsnachweis zum Erwerb der LP</b>	<b>Studienleistung:</b> regelmäßig Teilnahme, Teilnahme am Blockseminar & Exkursion <b>Prüfungsleistung:</b> mündliche Prüfung oder Klausur nach Wahl der Dozenten	
<b>Notenzusammensetzung</b>	Note der Prüfungsleistung	
<b>Leistungspunkte (ECTS):</b> <b>Gewicht</b>	4 1	<b>Präsenzstudium (h):</b> 45 <b>Selbststudium (h):</b> 30
<b>Kompetenzziele:</b> Die Studierenden werden an die Grundlagen der Laser-Gewebe-Wechselwirkung herangeführt und lernen diese an klinisch relevanten Anwendungsbeispielen umzusetzen. In Tutorien und im Blockseminar (am Ende des Semesters) werden aktuelle Originalartikel erarbeitet und diskutiert. Am Ende der Veranstaltung findet eine Exkursion in die Forschungslabore des LZH und der Firma Rowiak statt.		
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lasersysteme für den Einsatz in Medizin und Biologie</li> <li>• Strahlführungssysteme und optische medizinische Geräte</li> <li>• Optische Eigenschaften von Gewebe</li> <li>• Thermische Eigenschaften von Gewebe</li> <li>• Photochemische Wechselwirkung</li> <li>• Vaporisation/Koagulation</li> <li>• Photoablation, Optoakustik</li> <li>• Photodisruption, nichtlineare Optik</li> <li>• Anwendungen in der Augenheilkunde, refraktive Chirurgie</li> <li>• Laser-basierte Diagnostik, optische Biopsie</li> <li>• Optische Kohärenztomographie, Theragnostics</li> <li>• klinische Anwendungsbeispiele</li> <li>•</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Eichler, Seiler: "Lasertechnik in der Medizin." Springer-Verlag</li> <li>📖 Berlin: "Applied Laser Medicine"</li> <li>📖 Bille, Schlegel: Medizinische Physik. Bd. 2: Medizinische Strahlphysik, Springer</li> <li>📖 Welch, van Gemert: "Optical-Thermal Response of Laser-Irradiated Tissue." Plenum Press</li> <li>📖 Originalliteratur</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul „Kohärente Optik“</li> </ul>		
<b>ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:</b> begrenzte Anzahl von Vorträgen im Blockseminar (20 Plätze, 5 ECTS), Teilnahme an Vorlesung und Blockseminar unbegrenzt (4ECTS)		
<b>Verwendbarkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelorstudiengang Physik/Techn. Physik (Vertiefungsphase, Moderne Aspekte der Physik)</li> <li>• Masterstudiengang Physik/Technische Physik (Fortgeschrittene Vertiefungsphase, Moderne Aspekte der Physik)</li> </ul>		

<b>Festkörperlaser</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Institut für Quantenoptik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Festkörperlasermedien</li> <li>• Optische Resonatoren</li> <li>• Betriebsregime von Lasern</li> <li>• Diodengepumpte Festkörperlaser</li> <li>• Bauformen: Faser, Stab, Scheibe</li> <li>• Durchstimmbare Laser</li> <li>• Single-frequency Laser</li> <li>• Ultrakurzpulslaser</li> <li>• Frequenzkonversion</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur (Literaturempfehlung):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> W. Koechner: Solid-State Laser Engineering</li> <li> A.E. Siegman: Lasers</li> <li> O. Svelto: Principles of Lasers</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veranstaltungen „Kohärente Optik“ bzw. „Nichtlineare Optik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Photonik</li> </ul>		

<b>Optische Schichten</b>		
<b>SWS</b> 2 + 1	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Institut für Quantenoptik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung, Funktionsprinzip und Anwendungsbereiche optischer Schichten, gegenwärtiges Qualitätsniveau von Schichtsystemen für die Lasertechnik</li> <li>• Theoretische Grundlagen (Sammlung bekannter Formeln und Phänomene, Berechnung von Schichtsystemen)</li> <li>• Herstellung optischer Komponenten (Substrate, Beschichtungsmaterialien, Beschichtungsprozesse, Kontrolle von Beschichtungs Vorgängen)</li> <li>• Optikcharakterisierung (Messungen des Übertragungsverhaltens: Verluste: Totale Streuung, optische Absorption, Zerstörschwellen optische Laserkomponenten, nichtoptische Eigenschaften)</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur (Literaturempfehlung):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird in der Vorlesung bekannt gegeben, zur Einführung in das Thema:</li> <li>• zur Einführung: Macleod, H.A.: Thin Film Optical Filters, Fourth Edition, CRC Press 2010</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Veranstaltungen „Kohärente Optik“ bzw. „Nichtlineare Optik“</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Photonik</li> </ul>		

<b>Thermodynamik, Kinetik und Struktur von Defekten in Halbleitern</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Institut für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b>  Die elektronischen und optischen Eigenschaften von Halbleitern werden vielfach von Defekten bestimmt, die unabsichtlich (z.B. durch Kristallzucht und Prozessierung) oder auch absichtlich (z.B. als Dotierung) eingebracht werden. Diese Lehrveranstaltung behandelt die Thermodynamik, Kinetik und Struktur solcher Defekte unter besonderer Berücksichtigung halbleiterspezifischer Probleme, Konzepte und Methoden. Neben grundlegender Behandlung der relevanten Ansätze werden Querverbindungen zu technologischen Anwendungen in der Photovoltaik, Mikro- und Optoelektronik besprochen.		
<b>Grundlegende Literatur:</b>   Wird in der Vorlesung bekannt gegeben		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Halbleiterphysik, z.B. im Rahmen der Festkörperphysik-Vorlesungen.</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Nanoelektronik</li> </ul>		

<b>Simulation und Design von Solarzellen</b>		
<b>SWS</b> 1 + 2	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Institut für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie simulieren selber Solarzellen und erarbeiten sich dadurch die Fähigkeiten, auch andere Halbleiter-Bauelemente zu simulieren.</li> <li>• Sie gewinnen ein grundlegendes Verständnis für die Halbleitergleichungen, die verwendeten physikalischen Modelle und für ein paar relevante numerische Aspekte.</li> <li>• Sie lernen am PC Halbleiter-Bauelemente zu analysieren und optimieren.</li> <li>• Durch das Simulieren erarbeiten Sie sich einen sicheren Umgang mit Banddiagrammen, I-V Kennlinien, Quanteneffizienz und weiteren häufig gebrauchten Charakterisierungsmethoden der Halbleiterphysik.</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>•  Wird in elektronischer Form angeboten.</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Halbleiterphysik, z.B. im Rahmen der Festkörperphysik-Vorlesungen.</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen der Nanoelektronik</li> </ul>		

<b>Physik in Nanostrukturen</b>		
<b>SWS</b> 2+1	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Institut für Festkörperphysik
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellung von Nanostrukturen durch Lithographie und Selbstorganisation</li> <li>• Elektronische Struktur, Grenzflächenzustände</li> <li>• Quantensize Effekte</li> <li>• Transportsignaturen in mesoskopischen Systemen</li> <li>• Magnetowiderstandseffekte</li> <li>• Quanten Hall Effekt, u.a. in Graphen</li> <li>• Instabilitäten 1-dimensionaler Strukturen</li> <li>• Einzelelektronen Transistoren</li> <li>• Molekulare Elektronik</li> <li>• Experimentelle Methoden</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Crystal Growth for Beginners, Ivan V Markov (World Scientific)</li> <li> Mesoscopic Electronics in Solid State Nanostructure, Thomas Heinzel (Wiley)</li> <li> Surface Science: An Introduction, Philip Hofmann (kindle.edition)</li> <li> Nanoelectronics and Information Technology, Rainer Waser (Wiley)</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Festkörperphysik</li> <li>• Oberflächenphysik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

<b>Fachkunde im Strahlenschutz</b>		
<b>SWS</b> min. 2	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Institut für Radioökologie und Strahlenschutz
<b>Regelmäßigkeit: Winter- und Sommersemester</b>		
<p><b>Inhalt:</b></p> <p>Das IRS bietet Strahlenschutzkurse zur Erlangung der Fachkunde im Strahlenschutz gemäß Strahlenschutzverordnung und Röntgenverordnung an. Inhalte sind physikalische Grundlagen, Dosiskonzepte, biologische Strahlenwirkung sowie technische und organisatorische Strahlenschutzkonzepte und -regelungen.</p> <p>Die Studierenden können je nach Interesse <b>einen</b> Strahlenschutzkurs aus dem Kursprogramm des IRS auswählen. Der Umfang der Strahlenschutzkurse liegt zwischen 2 SWS und 6 SWS. Als zusätzliche Qualifikation berechtigt die Teilnahme an diesem Kurs zur Beantragung der „Fachkunde im Strahlenschutz“ bei der zuständigen Behörde (Gewerbeaufsichtsamt). Daher werden für den Besuch des Kurses prinzipiell 2 Leistungspunkte vergeben, auch wenn die Dauer des Kurses 2 SWS übersteigt.</p>		
<p><b>Grundlegende Literatur:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li> H.-G. Vogt, H. Schultz: Grundzüge des praktischen Strahlenschutzes, 6. Aufl., Hanser Verlag München 2011</li> <li> Karlsruher Nuklidkarte</li> <li> Strahlenschutzverordnung</li> <li> Röntgenverordnung</li> </ul>		
<p><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul : Mechanik und Relativität</li> <li>• Modul : Elektrizität</li> <li>• Modul : Optik, Atomphysik, Quantenphänomene</li> <li>• Modul : Moleküle, Kerne Teilchen, Festkörper</li> </ul>		
<p><b>Modulzugehörigkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Aspekte der Physik</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Physik</li> </ul>		

## Lehrveranstaltungen der Meteorologie

<b>Numerische Wettervorhersage</b>		
<b>SWS</b> 2+1	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Institut für Meteorologie und Klimatologie
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Grundgleichungen</li><li>• Meteorologische Koordinatensysteme</li><li>• Kartenprojektionen</li><li>• Das Filterproblem</li><li>• Gefilterte Prognosemodelle</li><li>• Ungefilterte Prognosemodelle</li><li>• Initialisierung</li><li>• Zur numerischen Lösung des Gleichungssystems</li><li>• Die Vorhersagemodelle des DWD</li><li>• Prognoseprüfung</li></ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  Roache, <i>Computational Fluid Dynamics</i> , Hermosa Publishers		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Modul Einführung in die Meteorologie</li><li>• Kinematik und Dynamik</li></ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Wahlmodul Meteorologie</li><li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie A</li><li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie B</li><li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie C</li><li>• Bachelor und Master Physik</li></ul>		

<b>Programmierpraktikum zur Numerischen Wettervorhersage</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Institut für Meteorologie und Klimatologie
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung und Programmierung eines einfachen zweidimensionalen barotropen Modells zur Prognose des Geopotentials der 500 hPa-Fläche mittels finiter Differenzen auf Basis der 2D-Vorticity-Gleichung sowie der Poisson-Gleichung für das Geopotential</li> <li>• Mit Hilfe des entwickelten Programms: Simulation von Rossby-Wellen, Durchführung einer Vorhersage für den Nordatlantik</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Etling, D.: <i>Theoretische Meteorologie</i>, Springer</li> <li>📖 Ferziger, J.H. und M. Peric: <i>Computational Methods for Fluid Dynamics</i>, Springer</li> <li>📖 Roache, <i>Computational Fluid Dynamics</i>, Hermosa Publishers</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Angewandtes Programmieren</li> <li>• Numerische Wettervorhersage</li> <li>• Kinematik und Dynamik</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahlmodul Meteorologie</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie A</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie B</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie C</li> <li>• Bachelor und Master Physik</li> </ul>		

<b>Schadstoffausbreitung in der Atmosphäre</b>		
<b>SWS</b> 2+1	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Institut für Meteorologie und Klimatologie
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkungen von Luftbeimengungen auf die belebte und die unbelebte Natur.</li> <li>• Ausbreitung von Schadstoffen in der Atmosphäre (Emission –Transmission – Immission).</li> <li>• Mathematische Ausbreitungsmodelle (Gauß-Modell, Euler-Modell, Lagrangsches Partikelmodell).</li> <li>• Luftüberwachung (Grenz- und Beurteilungswerte, TA-Luft).</li> <li>• Ausgewählte Probleme der Luftreinhaltung (Ozon, Smog, saurer Regen, Ausbreitung in Straßenschluchten).</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Helbig et al., <i>Stadtklima und Luftreinhaltung</i>. Springer Verlag, Berlin.</li> <li> Zenger, <i>Atmosphärische Ausbreitungsmodellierung</i>. Springer Verlag, Berlin</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Meteorologie</li> <li>• Kinematik und Dynamik</li> <li>• Turbulenz und Diffusion</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahlmodul Meteorologie</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie A</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie B</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie C</li> <li>• Bachelor und Master Physik</li> </ul>		

<b>Turbulenz II</b>		
<b>SWS</b> 2+1	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Institut für Meteorologie und Klimatologie
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbulenzeigenschaften</li> <li>• Ensemble gemittelte Gleichungen</li> <li>• Räumlich gemittelte Gleichungen</li> <li>• Turbulente Flüsse</li> <li>• Erhaltungsgleichungen für Kovarianzen</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <p> * Wyngaard, Turbulence in the Atmosphere, Cambridge University Press</p>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematik und Dynamik</li> <li>• Turbulenz und Diffusion</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahlmodul Meteorologie</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie A</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie B</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie C</li> <li>• Bachelor und Master Physik</li> </ul>		

<b>Atmosphärische Konvektion</b>		
<b>SWS</b> 2+1	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Institut für Meteorologie und Klimatologie
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der thermischen Konvektion: Rayleigh-Zahl, Konvektion zwischen Platten, molekularer/konvektiver Wärmetransport, Nusselt-Zahl, analytische Berechnung der kritischen Rayleigh-Zahl</li> <li>• Atmosphärische Konvektion: Grenzschichtwachstum, Entrainment, Strukturbildung</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Stull, R.B.: <i>An Introduction to Boundary Layer Meteorology</i>, Springer</li> <li> Tritton: <i>Physical Fluid Dynamics</i>, Oxford University Press</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamik und Statik</li> <li>• Kinematik und Dynamik</li> <li>• Turbulenz und Diffusion</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahlmodul Meteorologie</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie A</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie B</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie C</li> <li>• Bachelor und Master Physik</li> </ul>		

<b>Programmierpraktikum zur Simulation der atmosphärischen Grenzschicht</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Institut für Meteorologie und Klimatologie
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommer- oder Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung und Programmierung eines einfachen eindimensionalen Grenzschichtmodells auf Basis finiter Differenzen</li> <li>• Simulation von Grenzschichtwindprofilen (Prandtl-/Ekman-Schicht)</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Etling, D.: <i>Theoretische Meteorologie</i>, Springer</li> <li>📖 Ferziger, J.H. und M. Peric: <i>Computational Methods for Fluid Dynamics</i>, Springer</li> <li>📖 Roache, <i>Computational Fluid Dynamics</i>, Hermosa Publishers</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Angewandtes Programmieren</li> <li>• Kinematik und Dynamik</li> <li>• Turbulenz und Diffusion</li> <li>• Numerische Wettervorhersage</li> <li>• Atmosphärische Grenzschicht und Konvektion</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahlmodul Meteorologie</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie A</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie B</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie C</li> <li>• Bachelor und Master Physik</li> </ul>		

<b>Simulation turbulenter Strömungen mit LES-Modellen</b>		
<b>SWS</b> 2+1	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Institut für Meteorologie und Klimatologie
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundprinzipien der Turbulenzsimulation: Direkte numerische Simulation (DNS), Grobstruktursimulation (Large-Eddy Simulation, LES), Filterung, SGS-Modelle</li> <li>• Numerik von LES-Modellen am Beispiel des LES-Modells PALM: Grundgleichungen, numerische Verfahren, Parallelisierung</li> <li>• Beispiele von Turbulenzsimulationen atmosphärischer Grenzschichtströmungen</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li> Fröhlich, J.: <i>Large Eddy Simulation turbulenter Strömungen</i>, Springer</li> <li> Sagaut, P.: <i>Large Eddy Simulation for Incompressible Flows</i>, Springer</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbulenz und Diffusion</li> <li>• Numerische Wettervorhersage</li> <li>• Atmosphärische Grenzschicht und Konvektion</li> <li>• Programmierpraktikum zur numerischen Wettervorhersage</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahlmodul Meteorologie</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie A</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie B</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie C</li> <li>• Bachelor und Master Physik</li> </ul>		

<b>Numerisches Praktikum zur Simulation turbulenter Strömungen mit LES-Modellen</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Geschäftsführende Leitung des Instituts für Meteorologie und Klimatologie
<b>Regelmäßigkeit:</b> Blockveranstaltung zum Ende des Sommersemesters		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Installation des LES-Modells PALM</li> <li>• Durchführung von Simulationen der konvektiven atmosphärischen Grenzschicht und Analyse der Daten</li> <li>• Simulation der turbulenten Umströmung eines Einzelgebäudes</li> <li>• Entwicklung und Programmierung eines Zusatzmoduls zur Simulation von Konvektion über heterogen geheizten Oberflächen</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>📖 Ferziger, J.H. und M. Peric: <i>Computational Methods for Fluid Dynamics</i>, Springer</li> <li>📖 Fröhlich, J.: <i>Large Eddy Simulation turbulenter Strömungen</i>, Springer</li> <li>📖 Roache: <i>Computational Fluid Dynamics</i>, , Hermosa Publishers</li> <li>📖 Sagaut, P: <i>Large Eddy Simulation for Incompressible Flows</i>, Springer</li> </ul>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbulenz und Diffusion</li> <li>• Atmosphärische Grenzschicht und Konvektion</li> <li>• Simulation turbulenter Strömungen mit LES-Modellen</li> <li>• Programmierpraktikum zur numerischen Wettervorhersage</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahlmodul Meteorologie</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie A</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie B</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie C</li> <li>• Bachelor und Master Physik</li> </ul>		

<b>Agrarmeteorologie</b>		
<b>SWS</b> 2+1	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Institut für Meteorologie und Klimatologie
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strahlungs- und Wasserhaushalt von Pflanzen</li> <li>• Globales Wasser- und Strahlungsangebot, Klimazonen</li> <li>• Belaubungscharakteristik</li> <li>• Wasser und Pflanze</li> <li>• Bestimmung der Verdunstung und des Bodenwassergehaltes</li> <li>• Bestandsklimata</li> <li>• Phänologie</li> <li>• Pflanzenschäden und deren Verhütung</li> <li>• Das Klima in besonderen Räumen</li> <li>• Bauernregel und Singularitäten</li> <li>• Landwirtschaft und Klimaentwicklung</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> Vorlesungsskript		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Meteorologie</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahlmodul Meteorologie</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie A</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie B</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie C</li> <li>• Bachelor Geographie</li> <li>• Bachelor und Master Physik</li> </ul>		

<b>Lokalklimate</b>		
<b>SWS</b> 2+1	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Institut für Meteorologie und Klimatologie
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Klima der bodennahen Luftschicht</li> <li>• Das Klima der Stadt</li> <li>• Lokalklima Wald</li> <li>• Lokalklima Wasser und Küste</li> <li>• Das Klima in orographisch gegliedertem Gelände</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> Vorlesungsskript		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Meteorologie</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahlmodul Meteorologie</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie A</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie B</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie C</li> <li>• Bachelor Geographie</li> <li>• Bachelor und Master Physik</li> </ul>		

<b>Fernerkundung I</b>		
<b>SWS</b> 2+1	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Institut für Meteorologie und Klimatologie
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen für Messungen von Satelliten und deren Anwendung zur Erfassung von atmosphärischen Prozessen</li> <li>• Fernerkundungsverfahren mit Satelliteninstrumenten. Ableitung von Temperatur, Wolken und Spurengasmessungen mit Fernerkundungsinstrumenten vom Satelliten und vom Boden.</li> <li>• Ableitung von Strahlungsmessungen aus Satellitendaten</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b> <p style="text-align: center;">Kidder and Vonder Haar: <i>Satellite Meteorology: An Introduction, Academic Press</i></p>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Meteorologie</li> <li>• Strahlung</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahlmodul Meteorologie</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie A</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie B</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie C</li> <li>• Master Studienfach optische Technologie</li> <li>• Bachelor und Master Physik</li> </ul>		

<b>Fernerkundung II</b>		
<b>SWS</b> 2+1	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Institut für Meteorologie und Klimatologie
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Beitrag bodengebundener und satellitengestützter Fernerkundungsverfahren zu aktuellen Forschungsthemen zu Klima, Wetter und globaler Wandel.</li> <li>• Darstellung der Methoden und deren Ergebnisse</li> </ul>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  Kidder and Von der Haar: <i>Satellite Meteorology: An Introduction</i> , Academic Press		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Meteorologie</li> <li>• Strahlung</li> <li>• Fernerkundung I</li> </ul>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahlmodul Meteorologie</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie A</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie B</li> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie C</li> <li>• Bachelor und Master Physik</li> </ul>		

<b>Seminar zur fortgeschrittenen Meteorologie</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 5	<b>Verantwortung</b> Institut für Meteorologie und Klimatologie
<b>Regelmäßigkeit:</b> Wintersemester und Sommersemester		
<b>Inhalt:</b> Fortgeschrittene Themen der Meteorologie		
<b>Grundlegende Literatur:</b>  Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie C</li></ul>		

<b>Meteorologische Exkursion II</b>		
<b>SWS</b> 1	<b>Leistungspunkte:</b> 2	<b>Verantwortung</b> Institut für Meteorologie und Klimatologie
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester oder Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> Studierende im Masterstudiengang Meteorologie können an der alljährlich und regelmäßig stattfindenden Meteorologischen Exkursion teilnehmen. Sie bereiten sich zu einem thematischen Teilaspekt der Exkursion vor, tragen dazu während der Exkursion vor und stehen als Diskussions- und Ansprechpartner zur Verfügung, verfassen einen schriftlichen Beitrag zu dem Exkursionsbericht und tragen im Abschlussseminar darüber vor. Die inhaltlichen und formalen Anforderungen an diese Beiträge zur Exkursion bemessen sich an der Qualifikation eines abgeschlossenen Bachelorstudiums.		
<b>Grundlegende Literatur:</b>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie C</li> </ul>		

<b>Externes Praktikum Inland</b>		
<b>SWS</b> 2	<b>Leistungspunkte:</b> 4	<b>Verantwortung</b> Institut für Meteorologie und Klimatologie
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester oder Wintersemester		
<b>Inhalt:</b> Die Studierenden bewerben sich eigenständig an einer inländischen Einrichtung (Forschungseinrichtung, Behörde, Ingenieurbüro etc) um ein meteorologisch ausgerichtetes vierwöchiges Praktikum. Nach erfolgreichem Abschluss des Praktikums verfassen sie dazu einen Bericht.		
<b>Grundlegende Literatur:</b>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>		
<b>Modulzugehörigkeit:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie C</li></ul>		

<b>Externes Praktikum Ausland</b>		
<b>SWS</b> 3	<b>Leistungspunkte:</b> 6	<b>Verantwortung</b> Institut für Meteorologie und Klimatologie
<b>Regelmäßigkeit:</b> Sommersemester oder Wintersemester		
<p><b>Inhalt:</b></p> <p>Die Studierenden bewerben sich eigenständig an einer ausländischen Einrichtung (Forschungseinrichtung, Behörde, Ingenieurbüro etc.) um ein meteorologisch ausgerichtetes vierwöchiges Praktikum und bereiten sich dazu vor. Nach erfolgreichem Abschluss des Praktikums verfassen sie dazu einen Bericht.</p> <p>.</p>		
<b>Grundlegende Literatur:</b>		
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b>		
<p><b>Modulzugehörigkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Themen moderner Meteorologie C</li> <li>• Das Auslandspraktikum kann auf Antrag auch im Bereich Schlüsselkompetenzen eingebracht werden</li> </ul>		

